Szabó László

A házilégy
(Musca domestica L.)
inszekticid rezisztenciájának vizsgálata és feltérképezése a VEAB régióban

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA

VESZPRÉMI AKADÉMIAI BIZOTTSÁGA (VEAB)

1987-ben meghirdetett pályázatán

I. DÍJBAN

részesített pályamű

Veszprém, 1987

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
VESZPRÉMI AKADÉMIAI BIZOTTSÁGA
8201 Veszprém, Tolbuhin u. 37. - Pf.: 514
Telefonszám: 11-251, 12-455 Telexszám: 32-515

/198..

Előadó:

Tárgy:

Hiv. szám: Mell

Ügyintéző:

Dr.Szabó László
tudományos osztályvezető

Kedves Pályázónk !

Örömmel értesitem, hogy tanulmánya az MTA Veszprémi Akadémiai Bizottság 1987. évi pályázatán pályadijat nyert.

Kérem, hogy 1987.december 12-én /szombaton/ a Veszprémi Vegyipari Egyetem aulájában lo órakor megtartandó évzáró teljes ülésén / térsszerzőivel/ megjelenni sziveskedjék.

Veszprém, 1987. október 29.



Dr.Nemecz Ernő
akadémikus
a VEAB alelnöke

OKLEVÉL

dr Szabó László



„Semmi sem áll csendesen a világon,
még a nap systémák is mozognak, —
tehát csak Magyarország álljon s
vesztegeljen mozdulatlan?
Nem nevetséges törekvés-e ez?
Istenért! Nyissuk fel szemeinket,
vegyük hasznát eszünknek.
Minekünk is mozdulnunk kell,
akár akarjuk, akár nem
s nehogy hátrafelé nyomassunk,
lépjünk inkább előre"

(Széchenyi István: Hitel, 1830.)

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
VESZPRÉMI AKADÉMIAI BIZOTTSÁGA

1987. ÉVBEN

BENYÚJTOTT PÁLYÁZATÁT

I DÍJBAN

RÉSZESÍTETTE



AKADÉMIKUS
A VEAB ELNÖKE

Ö S S Z E F O G L A L Á S

"A házilégy (Musca domestica L.) inszekticid rezisztenciájának vizsgálata és feltérképezése a VEAB régióban"

cimü pályamühöz

A házilégy a leggyakoribb rovarfaj, amely szoros kapcsolatban van az emberrel és környezetével. Az állandó kellemetlenkedésen, a kedvezőtlen pszihikai és esztétikai hatáson tulmenően egy sor patogén ágens terjesztője is. Érthető tehát, hogy az ember mindent megtesz az ellene való védekezés érdekében. A házilégy elleni védekezés egy komplex probléma, amelynek részét képezi a vegyszeres védekezés is. Az irtószerekkel szemben kialakuló rezisztencia azonban megnehezíti vagy lehetetlenné teszi a házilégy elleni hatékony vegyszeres védekezést.

Magyarországon az inszekticid rezisztencia kérdéseivel eddig keveset foglalkoztak. Tanulmányunkban a VEAB régióhoz tartozó területekről 12 házilégy populáció rezisztenciáját vizsgáltuk 9 inszekticid hatóanyaggal szemben. A nemzetközi összehasonlitásra alkalmas vizsgálati módszerekkel megállapitottuk a rezisztencia mértékét hatóanyagonként és populációnként. Az általunk mért alapérzékenységi szintek lehetővé teszik a rezisztencia jövőbeni alakulásának nyomonkövetését a VEAB régióban. A rezisztens populációk feltérképezésével, a hatásukat vesztett inszekticidek kimutatásával eredményesebbé, környezetkimélőbbé válhat a házilégy elleni védekezés a VEAB régióban.

A vizsgálatok eredményeit sikerrel hasznosithatják a közegészségügy, állategészségügy kártevőmentesitésének irányitásával, szervezésével és végzésével foglalkozó szakemberek. Ezeket a munkákat rendszerint a megyei KÖJÁL-ok, állategészségügyi állomások, különböző állattenyésztési rendszerek (KAHYB, Hungahib, ISV), szolgáltató vállalatok (pl. Állattenyésztési Szolgáltató Közös Vállalat) végzik. Az eredményeket közvetlenül felhasználhatják mindennapi munkájukban azok a gazdaságok is, amelyek területén a mintavételezések történtek.

P Á L Y Á Z A T

a

VEAB Biológiai Szakbizottsága 1987. évi
pályázati kiírására

Jelige: REZISZTENCIA

Veszprém
1987

A pályamü cime:

A házilégy (Musca domestica L.) inszekticid rezisztenciájának vizsgálata és feltérképezése a VEAB régióban

Veszprém, 1987

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS

A házilégy (Musca domestica L.) egy szinantróp és endofil rovarfaj, igy állandó és szoros kapcsolatban van az emberrel és környezetével. A rovarok népes táborából ez a legismertebb faj, amellyel az egész világon és az élet minden területén találkozni lehet. Eredete nem teljesen tisztázott, de nagy valószinüséggel a legrégibb időktől követi az embert. A házilégy az állandó kellemetlenkedésen, a kedvezőtlen pszihikai és esztétikai hatáson tulmenően egy sor patogén ágens terjesztője is.

Már közel 100 éves az a felismerés, hogy a házilégy olyan enterális megbetegedések kórokozóinak a terjesztője, mint a dizentéria, tifusz, kolera, protozoás megbetegedések, továbbá a poliomyelitis és több bőr- és szembetegség terjesztésében is résztvesz. A házilégy a különböző testrészein külsőleg (externálisan) és emésztőrendszerében belsőleg (internálisan) terjesztett kórokozókkal megfertőzi az élelmet, az állatokat és magát az embert is.

Érthető tehát, hogy mindent megteszünk a házilégy elleni védekezés érdekében. A hatékony védekezés egy komplex probléma, amelynek alapja a megelőzés, a higiéne biztositása, de fontos részét képezi ennek a rendszernek a vegyszeres légyirtás is. A különböző tipusu és viszonylag nagy számu irtószer ellenére a védekezésnek ez a módja sem teljesen hatásos. Az egyik legnagyobb gondot az irtószerekkel szemben kialakuló rezisztencia okozza.

Ha a házilégy jelentőségét konkrétan a VEAB régióra vonatkoztatva vizsgáljuk, akkor azt mondhatjuk, hogy itt a házilégy az átlagosnál talán nagyobb jelentőséggel bir. A régióban a

természeti adottságok, hagyományok révén jelentős az állattenyésztés, amely a házilégy fertőzés fontos forrása. Különösen vonatkozik ez a sertéstenyésztésre, amely a nagy husfeldolgozó kombinátok (Pápa, Kapuvár) vonzáskörzetében kiemelt fontossággal bir.

A VEAB régióban jelentős az idegenforgalom és a turisztika is. Nem közömbös tehát, hogy milyen a térség házilégy fertőzöttsége. A hatékony és okszerü vegyszeres védekezés hozzájárulhat ahhoz, hogy ez a nem kivánt és kellemetlen "vendég" egyre ritkább látogatója legyen a vendéglátóhelyeknek és a lakott területeknek.

2. A PÁLYAMÜ CÉLKITÜZÉSEI

Rezisztencia vizsgálataink során célul tüztük ki, hogy a VEAB régióba tartozó területeken a fontosabb rovarfajok inszekticid rezisztenciájának helyzetét felmérjük, feltérképezzük és a vizsgálatok alapján javaslatokat tegyünk a gyakorlat számára. E célkitüzés megvalósulása esetén a VEAB régió az ország legjobban kutatott, feltérképezett területévé válna, ami az okszerübb, hatékonyabb és takarékosabb vegyszerfelhasználás révén komoly gazdasági jelentőséggel birna.

A jelen pályamüben a házilégyre vonatkozó vizsgálatok eredményeiről számolunk be. A pályamü főbb célkitüzései az alábbiakban foglalhatók össze:

- a régió fontosabb állattenyésztési körzeteiben 12 populáció 9 inszekticid hatóanyaggal szembeni rezisztenciájának megállapitása, a rezisztencia helyzet feltérképezése

- a házilégy rovarölőszerekkel szembeni érzékenysége alapszintjeinek a felvétele a rezisztencia további alakulásának nyomonkövetéséhez a VEAB régióban

- vizsgálni a DDT és piretroidok közötti kereszterzisztencia meglétét.

- a rezisztencia helyzetének ismeretében javaslatot tenni az egyes védekezőszerek használatára, ill. okszerü szerrotáción alapuló védekezéstechnológiák kialakitására.

3. AZ INSZEKTICID REZISZTENCIA KIALAKULÁSA ÉS JELENTŐSÉGE

Az inszekticid rezisztencia tulajdonképpen egy mikroevoluciós folyamat. Az egyes rovarfajok, populációk egyedei között különbség van az inszekticidekkel szembeni érzékenység vonatkozásában, amely genetikai eredetü. A vegyszerhasználat mint szelekció következtében kiiktatódnak a populációkból az alacsony érzékenységért felelős géneket hordozó egyedek és megmaradnak a magas dózisokat elviselők. Intenziv vegyszerhasználat (erős szelekciós nyomás) esetén a populációk már szinte csak rezisztens egyedekből állnak és ezek egymásközt szaporodva igen magas dózisok elviselésére képesek. A rezisztencia kialakulása tehát a populáció szintjén lejátszódó folyamat és nem individuális szinten megy végbe. A rovarokban kialakuló peszticid rezisztencia nagyon jó példa a darwini mikroevolucióra.

A rezisztencia következtében a rovarok már nem pusztulnak el a korábban még hatásos vegyszer dózisoktól. A felhasználók ilyenkor rendszerint ugy reagálnak, hogy a felhasználási dózisokat megemelik. A magasabb dózis hatására a popu-

lációkban a mégmagasabb dózisokat is elviselő egyedek válogatódnak ki. A felhasználási dózisok emelése tehát nem járható ut. Igy ugyanis a védekezés költségei jelentősen megnövekednek és a kivánt hatás mégsem következik be. A nagy adagu vegyszerek felhasználásával csak a környezetet szennyezzük, terheljük, de a kivánt eredményt nem érjük el. Másrészt egy rovarölőszer magas dózisaival kiszelektált populáció sokkal könnyebben alakit ki rezisztenciát egy másik anyaggal szemben, mint az, amely még nem volt szelektálva ill. tulszelektálva. A dózisemeléssel, tulszelektálással tehát csak a később védekezésre használandó anyag sorsát nehezitjük meg. Amikor tehát a hatékonyság csökkenését észleljük, egy ujabb anyaggal kell felváltani a régit.

Gyakori jelenség, hogy egy inszekticiddel szemben kialakult rezisztencia keresztrezisztenciát mutat egy másik inszekticidre. Ez azt jelenti, hogy az az anyag, amelyre a keresztrezisztencia kialakul elveszíti a hatását már a felhasználás előtt. Amennyiben ismerjük a rezisztencia tipusát, mechanizmusát, megakadályozható, hogy olyan vegyszerek kerüljenek védekezésre, amelyek nem lesznek hatékonyak. A vegyszerrotációnak tehát tudományosan megalapozott tényeken és elveken kell nyugodnia. Ehhez viszont komoly vizsgálatokra van szükség.

A rezisztencia vizsgálatoknál a természetes (vad) populációkon mért dózis-hatás adatokat, toxikológiai értékeket egy vegyszerrel még nem kezelt érzékeny törzs hasonló értékeihez viszonyitják. Rendszerint a vad populáció LD_{50} ill. LD_{95} értékét elosztják az érzékeny törzs ezen értékeivel és megkapják a rezisztencia mértékét kifejező rezisztencia indexet. Az adatokból megszerkesztik a probit-regressziós egyeneseket,

hatásgörbéket, amelyeknek dőlésszöge (regressziós együttható) utal a populáció genetikai összetételére az adott inszekticiddel szembeni rezisztencia vonatkozásában. A lapos görbék arra utalnak, hogy a populációban érzékeny és magas rezisztenciáju egyedek egyaránt előfordulnak (heterogén populáció), mig a meredek görbék a populáció homogenitását jelzik. A homogén populációk vagy tisztán ill. zömében érzékeny egyedekből, vagy tisztán ill. zömében rezisztens egyedekből állnak.

Napjainkban közel 400 Arthropoda fajnál figyelték meg rezisztencia kialakulását valamilyen peszticiddel szemben. Az ásványolajok kivételével eddig minden inszekticidnél állapitottak meg rezisztenciát. Ez az egyre növekvő probléma sok gondot okoz a kártevőkkel szembeni védekezésben.

4. A HÁZILÉGY INSZEKTICID REZISZTENCIÁJÁNAK HELYZETE A VILÁGBAN ÉS HAZÁNKBAN

A házilégy (Musca domestica L.) azon rovarfajok közé tartozik, amelyek gyorsan és igen magas szinten fejlesztenek ki rezisztenciát az irtásukra használt rovarölőszerekkel szemben. A szintetikus szerves rovarölőszerek első jelentős képviselőjével, a DDT-vel szemben kialakuló rezisztencia első eseteit is a házilégynél figyelték meg. Már a használat első éveiben jelentkezett a rezisztencia (Sacca, 1947; Wiesmann, 1947). Az azóta eltelt közel negyven év alatt ez a faj szinte minden hatóanyaggal szemben ellenállóvá vált a világ különböző részein.

4.1. Nemzetközi vonatkozások

Nemzetközi vonatkozásban a házilégy inszekticid rezisztenciájának óriási szakirodalma van és szinte naponta jelennek meg közlemények, amelyek e kiterjedt probléma valamelyik aspektusát tárgyalják. A nagytömegü szakirodalom egyben a rezisztencia jelenségének tudományos, gyakorlati és gazdasági sulyát is kifejezi.

4.1.1. Klórozott szénhidrogénekkel szembeni rezisztencia

A 40-es évek második felében a klórozott szénhidrogének közül a DDT-t és HCH-t kezdték alkalmazni a házilégy irtására, de hamarosan mutatkoztak a rezisztencia első jelei. A házilégy klórozott szénhidrogénekkel szembeni rezisztenciája jól ismert és világszerte sokat vizsgálták. Elsősorban az 50-es és 60-as évekből található rengeteg adat a DDT rezisztencia elterjedésére és mértékére vonatkozóan, amelyet Brown és Pal (1971) ismertetnek részletesen összefoglaló munkájukban. A témával kapcsolatos további összefoglalások Keiding (1977, 1980) munkáiban találhatók. Ezek alapján megállapitható, hogy a házilégy DDT rezisztenciája legtöbb helyen még mindig igen magas, és sehol sem szünt meg teljesen annak ellenére, hogy a legtöbb helyen már évek vagy évtizedek óta nem alkalmazzák. Ezt támasztják alá azok a közelmultban végzett vizsgálatok is, amelyeket angol (Chapman et al., 1981) és csehszlovák (Rupes et al., 1983) kutatók végeztek.

A DDT-vel szemben kialakuló rezisztencia vizsgálata azért fontos, mert bizonyos esetekben keresztrezisztenciát mutat a piretroidokra. A házilégy DDT rezisztenciájának

kialakulásában három fő gén vesz részt (Sawicki, 1973; Shono, 1985). Kettő ezek közül a DDT metabolizmus utján történő hatástalanitásáért felelős: az un. deh gén (DDT-dehidroklorináz) a 2. és az md (mikroszomális detoxikáció) az 5. kromoszómán. A recessziv kdr (knock-down) gén a 3. kromoszómán található és nincs kapcsolatban a DDT metabolizálásával. A kdr gén jelenléte az idegrendszer DDT-vel szembeni érzékenységét csökkenti. Azok a legyek, amelyek ezt a kdr, vagy allélját a super-kdr gént hordozzák, a piretroidokkal szemben is rezisztensek, vagyis ebben az esetben keresztrezisztenciáról van szó. A világ legnagyobb részén a DDT-vel szembeni rezisztencia a dehidroklorináz enzim müködése következtében jön létre, de Dániában, az NSZK-ban és Észak-Európában a kdr gén is elég gyakori, ami a védekezés szempontjából nagyon veszélyes.

A DDT hatástalanná válása után a HCH-t kezdték alkalmazni a házilégy irtására, de vele szemben is csakhamar kialakult a rezisztencia. A HCH-val szembeni rezisztencia nem bizonyult olyan perzisztensnek, mint a DDT-vel szembeni és legtöbb helyen már csak mérsékelt szinten van jelen.

4.1.2. Foszforsavészterekkel szembeni rezisztencia

Kétségtelen, hogy az elmult két évtizedben és talán még napjainkban is a házilégy irtására felhasznált inszekticidek zöme a foszforsavészterek csoportjába tartozott ill. tartozik. Talán éppen a nagymértékü és széleskörü felhasználás következtében állt elő az a helyzet, hogy napjainkban a foszforsavészterek jelentős részével szemben alakult ki rezisztencia a világ minden részén.

A foszforsavészterekkel szembeni multi-rezisztencia először Dániában alakult ki, valamint az USA és Japán egyes részein. Itt a dimetoát, tetraklórvinfosz és diklórfosz jelentős mértékben hatástalanná vált. A 70-es évek végére nagyon sok adat gyült össze a házilégy foszforsavészter rezisztenciájának az elterjedéséről Európa, Ázsia, Amerika más országaiból is, sőt a 80-as években Afrikából is. Mivel vizsgálatainkban a triklórfon, diklórfosz (DDVP) és fenitrotion rezisztenciájának helyzetét a VEAB régióban tanulmányoztuk, elsősorban az ezekre vonatkozó legfontosabb szakirodalmat tekintjük át röviden.

Legnagyobb mértékü triklórfon rezisztencia a Kelet-Európai szocialista országokban alakult ki, ahol már kb. két évtizede intenziven alkalmazzák. Csehszlovákiában Rupes et al. (1974; 1983) vizsgálatai szerint a triklórfon rezisztencia általánosan elterjedt és a rezisztencia index nem ritkán az ezret is meghaladja. A helyzet hasonló az NDK-ban, Romániában és a Szovjetunióban. Magas szintü triklórfon rezisztenciát állapitottak meg több populációnál Finnországban, Belgiumban és az NSZK-ban is.

A diklórfosszal szemben kezdetben mint csalátekkel, később mint permetezőszerrel szemben alakult ki mérsékelt rezisztencia az USA-ban, valamint Kanadában (Boxler et al., 1983). A diklórfosszal szembeni rezisztencia kialakulását Finnországban, Franciaországban, Csehszlovákiában, Angliában is megfigyelték.

A fenitrotion rezisztencia legnagyobb mértékben Japánban jelentkezett, esetenként többezer szeres nagyságban.(Shono et al., 1983). Angliában, Csehszlovákiában és több arab országban erős vagy közepes rezisztenciát találtak vele szemben, mig Dániában csak mérsékeltet.

4.1.3. Piretroidokkal szembeni rezisztencia

A természetes és szinergizált piretrineket már régóta alkalmazzák a házilégy elleni védekezések során, de a természetes populációknál ritkán fordult elő rezisztencia velük szemben. Csupán néhány svéd (Davies et al., 1958) és dán (Keiding 1976) populációnál figyelték meg kialakulását.

A magas inszekticid akativitásu és hosszu perzisztenciáju fotostabil piretroidok kifejlesztésével egy uj korszak kezdődött a házilégy elleni védekezésben is. 1976-77-től a házilégy ellen is alkalmazni kezdték ezeket az anyagokat. Néhány országban azonban hamarosan problémák jelentkeztek a hatékonysággal. A permetrinnel szemben már 1978-ban magas rezisztencia alakult ki néhány populációnál Dániában és az NSZK-ban, de hatáscsökkenést tapasztaltak Kanadában is. Chapman et al. Angliában (1981) egy felmérés során széleskörü és magasszintü rezisztenciát talált piperonilbutoxiddal szinergizált piretrinekkel szemben.

A laboratóriumokban végzett mesterséges szelekciók, genetikai és biokémiai vizsgálatok is azt támasztják alá, hogy a piretroidokkal szembeni rezisztencia kialakulása reális veszélyt jelent a jövőben különösen a hosszu hatástartamu fotostabil piretroidokra nézve. DeVries et al. (1980) egy foszforsavészterekkel szemben multirezisztens

populációt bioresmetrinnel szelektált 80-szoros rezisztencia kialakulásáig, majd több piretroid hatóanyagra megvizsgálta és azt tapasztalta, hogy 16-tal szemben különböző szintü keresztrezisztencia alakult ki. Scott et al. (1985) egy szabadföldi populációt, amellyel szemben négy évig időnként permetrinnel is védekeztek, laboratóriumban 22 generáción keresztül permetrinnel szelektált és közel 6000-szeres rezisztenciát ért el.

4.2. Hazai helyzet

Magyarországon a rovarok inszekticidekkel szembeni rezisztenciájával keveset foglalkoztak. A házilégy inszekticid rezisztenciájának magyarországi helyzetéről két közlemény számol be a korábbi időkből. Sztankay-Gulyás et al. (1983) Baja és Dömsöd térségében két populációnál talált DDT rezisztenciát. Ugyancsak ők (Sztankay-Gulyás et al., 1970) végeztek egy felmérést, amely során 17 populációt vizsgáltak meg, amelyek 76,5%-át találták DDT-vel szemben rezisztensnek. A rezisztencia mértékét nem közölték mivel érzékeny referencia törzset nem használtak. Foszforsavészterekre és piretroidokra vonatkozóan a korábbi időkben nem történtek vizsgálatok.

Az utóbbi időben Szabó (1984, 1984a) közölt adatokat a házilégy magyarországi inszekticid rezisztenciájának helyzetéről.

A házilégy inszekticid rezisztenciájának tanulmányozásával foglalkozó közlemények alapján megállapitható, hogy Magyarországon eddig nem a jelentőségének és sulyának megfelelően foglalkoztak ezzel a kérdéssel és a VEAB régióban sem végeztek ilyen vizsgálatokat.

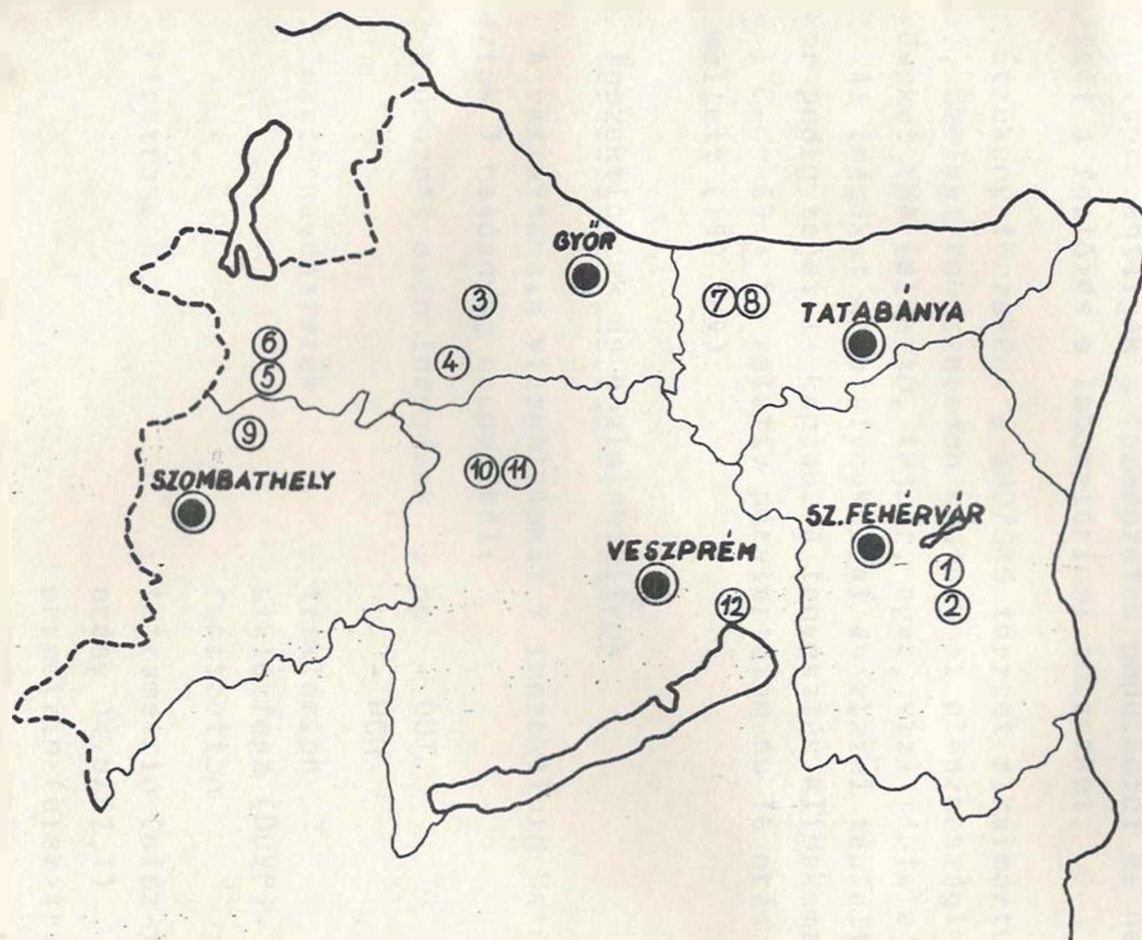
5. VIZSGÁLATI ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

5.1. Házilégy törzsek

A természetes (vad) populációkat a VEAB régióhoz tartozó 5 megye 12 pontjáról gyüjtöttük az alábbi helyiségekből:

Fejér megye	: Agárd Zichiujfalu
Győr-Sopron megye	: Rábapordány Szil Ujkér Lövő
Komárom megye	: Bábolna I. Bábolna II
Vas megye	: Simaság
Veszprém megye	: Mezőlak Pápa Küngös

A gyüjtési helyek területi megoszlását az 1. ábra szemlélteti. A mintákat egy kivételtől eltekintve (a Bábolna II. csirke istállóból származik) nagyüzemi sertéstelepekről gyüjtöttük. Elsősorban a battériás tartási rendszerü telepeket kerestük fel, ahol a ketrecek alatt felgyülemlő trágya hosszabb ideig nem kerül eltávolitásra és a kedvező életfeltétlek mellett a legyek nagy tömegben fordulnak elő. A természetes populációk tenyésztését egy általunk kidolgozott módszerrel végeztük. A trágyában található nyüveket és bábokat bizonyos mennyiségü trágyával együtt müanyag konténerekbe helyeztük és a vizsgálat



1. Agárd
2. Zichyujfalu
3. Rábapordány
4. Szil
5. Ujkér
6. Lövő
7. Bábolna I
8. Bábolna II
9. Simaság
10. Mezőlak
11. Pápa
12. Küngös

1. ábra A vizsgált házilégy populációk származási helyei

helyére szállitottuk gépkocsival. Az igy begyüjtött anyagot a laboratórium közelében egy talaj-izolátorba helyeztük. A kikelő imágókat tüll-izolátorba gyüjtöttük, és a vizsgálat helyére vittük, ahol cukrot, tejport és vizet kaptak. Ezzel a tenyésztési módszerrel gyorsabban, kevesebb élőmunka és anyag ráforditással nagyobb mennyiségü legyet tudunk előállitani, mint a laboratóriumi tenyésztéssel. Ezenkivül az igy nyert legyek jobban reprezentálják a természetes populációt és nem veszélyezteti a fertőzés a laboratóriumi törzseket.

Érzékeny törzsként a WHO/SRS törzset alkalmaztuk (WHO, 1965), amelyet rendszeresen kaptunk az olaszországi Páviából. A nyüveket YMA (élesztő, tejpor, agar, viz) táptalajon neveltük. Az imágókat kristálycukorral és vizzel tápláltuk, petézéskor pedig tejet is kaptak. A tenyésztés klimakamrában folyt 26 ± 1 °C-on 60 ± 5% relativ páratartalom és 16 órás megvilágitás mellett (150 lux).

5.2. Inszekticidek és enziminhibitorok

A rezisztencia vizsgálatokat 9 inszekticid hatóanyaggal végeztük 3 hatóanyag csoportból:

Klórozott szénhidrogének	:	pp' - DDT
		- HCH
Foszforsavészterek	:	triklórfon
		diklórfosz (DDVP)
		fenitrotion
Piretroidok	:	tetrametrin (cisz-transz arány 34,8/62,3)
		permetrin (cisz-transz izomer keverék)
		deltametrin

Enziminhibitorok : FDMC /2,2-bis-(4 klórfenil)-1,1,1-trifluoretanol/
PBO (piperonilbutoxid)

A felhasznált inszekticid hatóanyagok a tetrametrin kivételével (tisztasága 97,1%, Chinoin) minimum 99% tisztaságuak voltak és a Riedel-de Haen cégtől szereztük be. A hatóanyagokat 95% tisztaságu acetonban oldottuk fel a felhasználás előtt.

5.3. Toxicitási teszt

A vizsgálatokhoz 3-5 napos nőstény imágókat használtunk, amelyek átlagsulya a WHO/SRS esetében 15-20 mg között mozgott, de a vad populációknál legtöbb esetben a 20 mg-ot is meghaladta. A vad populációknál a vizsgálatot megelőzően előkisérlettel állapitottuk meg az alkalmazandó dózistartományt. A vizsgálatok során hatóanyagonként olyan 5-7 dózisból álló higitási sort alkalmaztunk, ahol az egyes dózisok egy geometriai sort képeznek. A kiindulási koncentrációt a hatóanyag és az aceton suly/térfogat százalékában állapitottuk meg és az oldatot mindig közvetlenül a kezelés előtt készitettük. A természetes populációknál dózisonként 3 ismétlést, ismétlésenként 20 legyet használtunk. A WHO/SRS referencia törzsnél hatóanyagonként 10 különböző időpontban végeztünk vizsgálatot, 5-7 dózist alkalmazva. Dózisonként 10 ismétlést végeztünk, ismétlésenként 10 léggyel. A rezisztencia index számitásához a 10 mérési eredményt átlagoltuk. Minden vizsgálatnál hatóanyagonként egy kezeletlen és egy acetonnal kezelt kontrollt alkalmaztunk.

A CO_2-vel altatott legyeket szexáltuk és a nőstények kezelését LV. 65 tipusu (Arnold, 1965) automatikus mikroapplikátorral végeztük 1 μl oldat kijuttatásával a tor dorzális ré-

szére. A DDT esetében a magas dózisok csak többszöri kezeléssel voltak kijuttathatók. Egy alkalommal csak 2 µl oldatot vittünk fel, majd annak beszáradása után szükség szerint megismételtük a kezelést. A kdr rezisztencia gén kimutatásánál az enzim inhibitorokat az inszekticides kezelések előtt egy órával juttattuk ki a fent leirt módon. A kezelt legyeket ismétlésenként 250 cm^3 ürtartalmu müanyag edényekbe helyeztük és tüllel zártuk le. Az expozició alatt klimakamrában tartottuk őket 24 ± 1 °C-os hőmérsékleten, 65 ± 5% relativ páratartalom 200-250 lux erősségü és 16 órás időtartamu megvilágitás mellett. Az értékelést 24 óra mulva végeztük az erősen paralizált, szemmel láthatóan elpusztult egyedek számbavételével.

5.4. Az adatok statisztikai feldolgozása

Az adatokat VDT-52122 tipusu számitógépen egy program segitségével dolgoztuk fel, amely elvégzi az Abbott (1925) szerinti kontrol mortalitás korrekciót és a probitanalizist Finney (1971) által ismertetett módon. A kontrol mortalitás rendszerint nem haladta meg az 5%-ot, de 10%-nél magasabb mortalitási érték esetén a kisérletet megismételtük. A probitanalizisnél hatóanyagonként minimum 4, rendszerint 5-6 adatból végeztük a számitásokat. Az LD_{50}, LD_{95} értékeket µg/♀ dimenzióban adjuk meg. A probit-regressziós egyenes jellemzésére megadjuk a regressziós együtthatót és szórását 95% valószinüségi szinten. A rezisztencia indexet a vad populáció LD_{50} ill. LD_{95} és az érzékeny törzs LD_{50} ill. LD_{95} értékének hányadosa adja.

6. EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁS

A számszerü eredmények tárgyalásakor a rezisztencia mértékének megitélésénél Keiding (1980) nomenklaturáját használjuk, amely a rezisztencia indexek alapján az alábbiak szerint minő-

siti a rezisztencia mértékét:

1. alacsony = <10
2. mérsékelt = 10 - 40
3. magas = 40 - 160
4. nagyon magas= >160.

6.1. A rezisztencia alakulása hatóanyagonként

6.1.1. A referencia törzsön kapott eredmények

A rezisztencia vizsgálatok során az összehasonlitás alapjául szolgáló érzékeny referencia törzsnek nagy jelentősége van, hiszen a rezisztencia mértékének kifejezésekor ez a viszonyitási alap. Nem mindegy tehát, hogy milyen törzset használunk és milyenek az adott törzs toxikológiai paraméterei. Mi a WHO szenzitiv referencia törzsét használtuk (WHO/SRS), amelyre az alapadatokat az 1. táblázat tartalmazza. Hatóanyagonként 10 vizsgálatot végeztünk, és az eredményeket átlagoltuk. A táblázatban csak az átlagokat tüntettük fel.

6.1.2. Klórozott szénhidrogénekkel szembeni rezisztencia

A DDT-vel szembeni rezisztencia alakulását a 2. táblázat tartalmazza. A rezisztencia indexek alapján megállapithatjuk, hogy mindegyik populációnál nagyon magas a rezisztencia. Legmagasabb értéket, 1820-szoros rezisztenciát az 1. számu populációnál mértük. A 12 populációból 5-nél haladja meg a rezisztencia mértéke az 1000-et, 3-nál 500-1000 között van és 4-nél 180 és 500 között.

1. táblázat

A vizsgált 9 inszekticid WHO/SRS házilégyen /Musca domestica L./ mért dózis hatás adatai

No	Hatóanyagok	LD_{50} /µg/♀ /	Konfidencia-intervallum / 95% / Alsó	Felső	LD_{95} /µg/♀ /	LD_{50} /µg/g testsuly /	Regressziós együttható és szórása / 95% /		
1.	DDT	1,2577	o,8837	1,86o1	17o,61	73,o	o,82	±	o,16
2.	HCH	o,1581	o,1385	o,18o6	o,7938	8,95	2,42	±	o,37
3.	Triklórfon	o,9225	o,7869	1,o819	8,15o3	54,6	2,o1	±	o,33
4.	DDVP	o,o44o	o,o384	o,o5o6	o,2365	2,5	2,51	±	o,36
5.	Fenitrotion	o,3o69	o,2339	o,4o56	3,5968	17,3	1,64	±	o,34
6.	Tetrametrin	o,5782	o,48o5	o,6972	5,2856	34,o	1.96	±	o,32
7.	Cipermetrin	o,o3o3	o,o264	o,o392	o,1992	1,8	2,11	±	o,29
8.	Permetrin	o,o646	o,o56	o,o746	o,3o89	3,8	2,53	±	o,44
9.	Deltametrin	o,oo15	o,oo12	o,oo18	o,o113	o,o8	1,88	±	o,36

Az érzékeny törzs és a vizsgált populációk közötti óriási érzékenységbeli különbséget jól szemlélteti a 2. ábra, amelyen a probit-regressziós egyeneseket szerkesztettük meg. A hatásgörbék egyben azt is mutatják, hogy a populációk között is vannak különbségek. A regressziós együttható értékek (az egyenesek dölésszögei)nagy ingadozása is e populációk heterogenitását jelzi.

A HCH-ra vonatkozó adatokat a 3. táblázat tartalmazza. Az adatokból látható, hogy ezzel a hatóanyaggal szemben a rezisztencia már alacsonynak mondható. A rezisztencia csak 1 populációnál haladja meg a 10-et, 3-nál 5-10 között van, a többinél pedig 5 alatt. Csupán néhány olyan populáció van (2,3,7 populációk), amelynél a hatékonysági görbék laposak, vagyis nagyobb rezisztenciáju egyedek is előfordulnak (lásd 3. ábra).

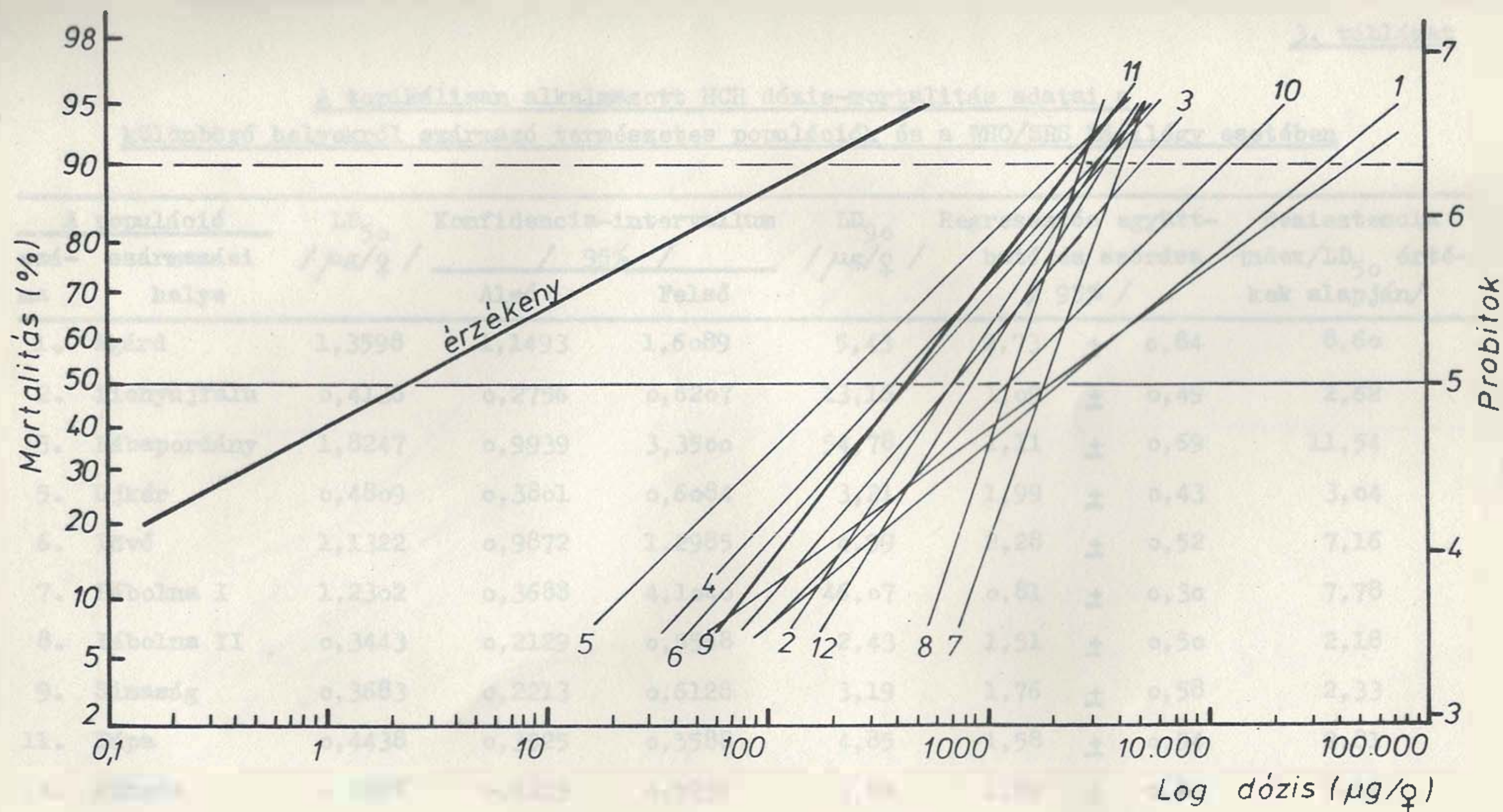
6.1.3. Foszforsavészterekkel szembeni rezisztencia

A 3 foszforsavészter tipusu inszekticid közül a legmagasabb mértékü rezisztenciát a triklórfonnál mértük. (4. táblázat). Az eredmények alapján megállapitható, hogy minden populáció magas rezisztenciát mutat. Az LD_{50} értékekből számitott rezisztencia index 2 populációnál haladja meg a 200-at, 7-nél 100-200 között van és csak 3-nál kevesebb 100-nál. Ha megnézzük az LD_{95} értékekből számitott rezisztencia indexeket, akkor azt látjuk, hogy azok még magasabbak. A két rezisztencia index közötti különbség arra enged következtetni, hogy a vizsgált populációkban nagyon magas rezisztencia szinttel rendelkező egyedek is vannak. Ezt támasztják alá a 4. ábrán megszerkesztett probit-regressziós egyenesek is, amelyek dölés-

2. táblázat

A topikálisan alkalmazott DDT dózis-mortalitás adatai
a különböző helyekről származó természetes populációk és a WHO/SRS házilégy esetében

A populáció száma	A populáció származási helye	LD_{5o} /µg/♀/	Konfidencia-intervallum /95%/ Alsó	Konfidencia-intervallum /95%/ Felső	LD_{9o} /µg/♀/	Regressziós együttható és szórása /95%/	Rezisztencia index/LD_{5o} érkek alapján/
1.	Agárd	2289,49	1323,26	3961,23	35877,6o	1,38 ± o,68	182o,38
2.	Zichyujfalu	749,46	492,53	114o,41	3563,93	2,42 ± o,41	595,89
3.	Rábapordány	697,11	562,38	864,1o	5238,12	1,88 ± o,64	554,27
4.	Szil	4o5,68	296,91	554,3o	322o,6o	1,83 ± o,63	322,56
5.	Ujkér	226,63	131,92	389,34	2365,14	1,62 ± o,66	18o,19
6.	Lövő	46o,55	349,o2	6o7,7o	3455,o9	1,88 ± o,63	366,18
7.	Bábolna I	18o8,93	1549,47	2111,83	4288,38	3,42 ± 1,o6	1438,28
8.	Bábolna II	1345,12	123o,24	1461,4o	2943,64	3,o2 ± o,59	1o69,51
9.	Simaság	1596,36	1158,76	2199,21	148o8,13	1,7o ± o,72	1269,27
1o.	Mezőlak	131o,76	977,36	1724,31	13512,31	1,55 ± o,4o	1o42,19
11.	Pápa	469,34	4oo,51	549,99	26o5,o7	2,21 ± o,49	373,17
12.	Küngös	825,79	737,74	924,35	3334,62	2,71 ± o,43	656,59
	WHO/SRS /Érzékeny/	1,2577	o,8837	1,86o1	17o,61	o,82 ± o,16	-

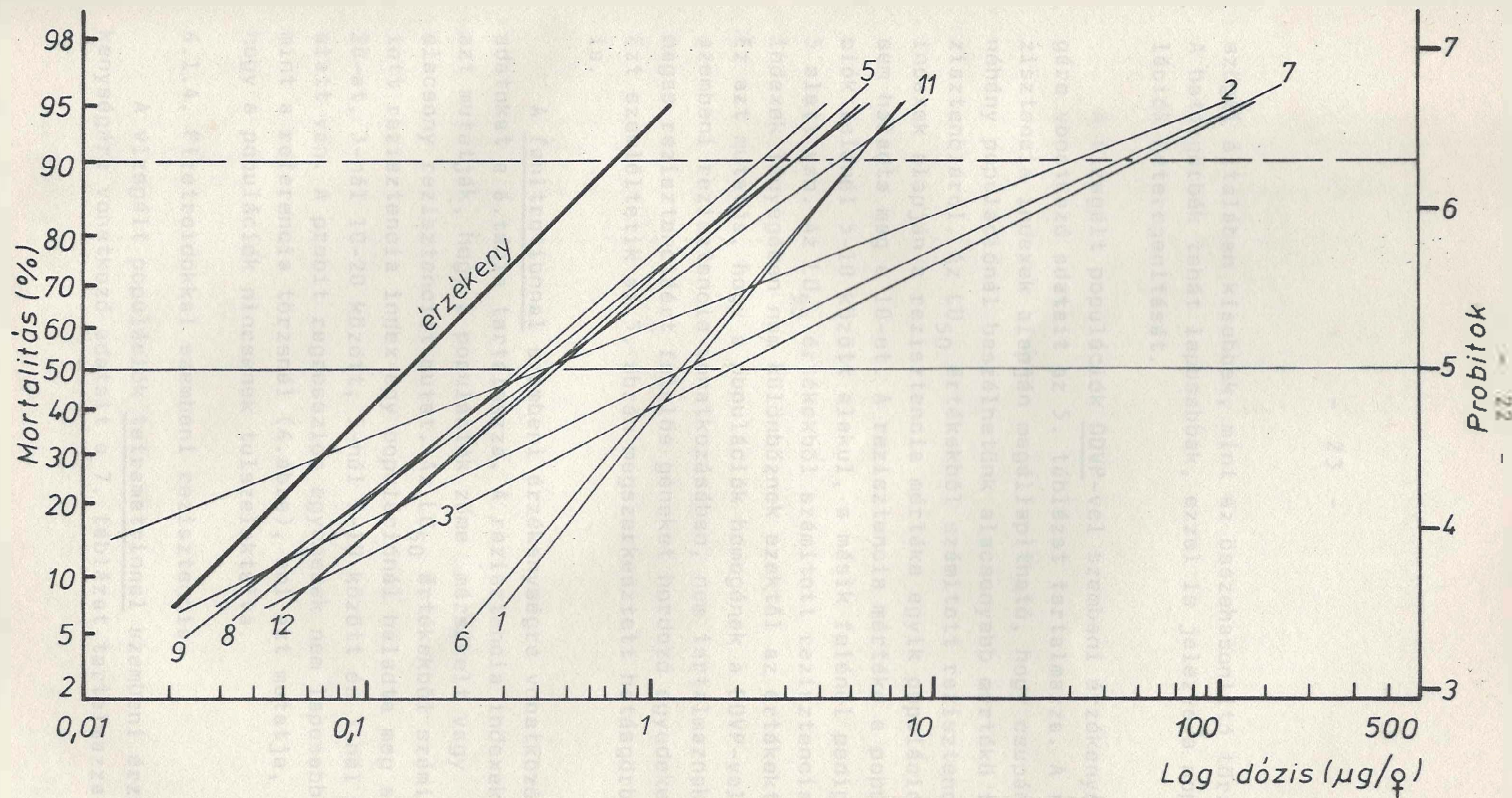


2. ábra A DDT probit-regressziós egyenesei a vizsgált populációk és a WHO/SRS házilégy esetében

3. táblázat

A topikálisan alkalmazott HCH dózis-mortalitás adatai a különböző helyekről származó természetes populációk és a WHO/SRS házilégy esetében

A populáció száma	A populáció származási helye	LD_{5o} /μg/♀/	Konfidencia-intervallum / 95% / Alsó	Konfidencia-intervallum / 95% / Felső	LD_{9o} /μg/♀/	Regressziós együttható és szórása / 95% /	Rezisztencia index/LD_{5o} értékek alapján/
1.	Agárd	1,3598	1,1493	1,6o89	5,43	2,73 ± o,84	8,6o
2.	Zichyujfalu	o,4136	o,2756	o,62o7	13,16	1,o9 ± o,49	2,62
3.	Rábapordány	1,8247	o,9939	3,35oo	54,78	1,11 ± o,69	11,54
5.	Ujkér	o,48o9	o,38o1	o,6o84	3,21	1,99 ± o,43	3,o4
6.	Lövő	1,1322	o,9872	1,2985	4,99	2,28 ± o,52	7,16
7.	Bábolna I	1,23o2	o,3688	4,1o4o	46,o7	o,81 ± o,3o	7,78
8.	Bábolna II	o,3443	o,2129	o,5568	2,43	1,51 ± o,5o	2,18
9.	Simaság	o,3683	o,2213	o,6128	3,19	1,76 ± o,58	2,33
11.	Pápa	o,4438	o,3525	o,5588	4,85	1,58 ± o,54	2,81
12.	Küngös	o,4987	o,4333	o,5739	3,69	1,89 ± o,23	3,15
	WHO/SRS /Érzékeny/	o,1581	o,1385	o,18o6	o,79	2,42 ± o,37	-



3. ábra A HCH probit-regressziós egyenesei a vizsgált populációk és a WHO/SRS házilégy esetében

szögei általában kisebbek, mint az összehasonlitó törzsé. A hatásgörbék tehát laposabbak, ezzel is jelezve a populációk heterogenitását.

A vizsgált populációk DDVP-vel szembeni érzékenységére vonatkozó adatait az 5. táblázat tartalmazza. A rezisztencia indexek alapján megállapitható, hogy csupán néhány populációnál beszélhetünk alacsonyabb mértékü rezisztenciáról. Az LD_{50} értékekből számitott rezisztencia indexek alapján a rezisztencia mértéke egyik populációnál sem haladta meg a 10-et. A rezisztencia mértéke a populációk felénél 5-10 között alakul, a másik felénél pedig 5 alatt van. Az LD_{95} értékekből számitott rezisztencia indexek lényegében nem különböznek ezektől az értékektől. Ez azt mutatja, hogy a populációk homogének a DDVP-vel szembeni rezisztencia vonatkozásában, nem tartalmaznak magas rezisztenciáért felelős géneket hordozó egyedeket. Ezt szemléltetik az 5. ábrán megszerkesztett hatásgörbék is.

A fenitrotionnal szembeni érzékenységre vonatkozó adatokat a 6.tábla tartalmazza. A rezisztencia indexek azt mutatják, hogy a populációk zöme mérsékelt vagy alacsony rezisztenciát mutat. Az LD_{50} értékekből számitott rezisztencia index egy populációnál haladta meg a 20-at, 3-nál 10-20 között, 5-nél 5-10 között és 3-nál 5 alatt van. A probit regressziós egyenesek nem laposabbak, mint a referencia törzsnél (6.ábra), ami azt mutatja, hogy a populációk nincsenek tulszelektálva.

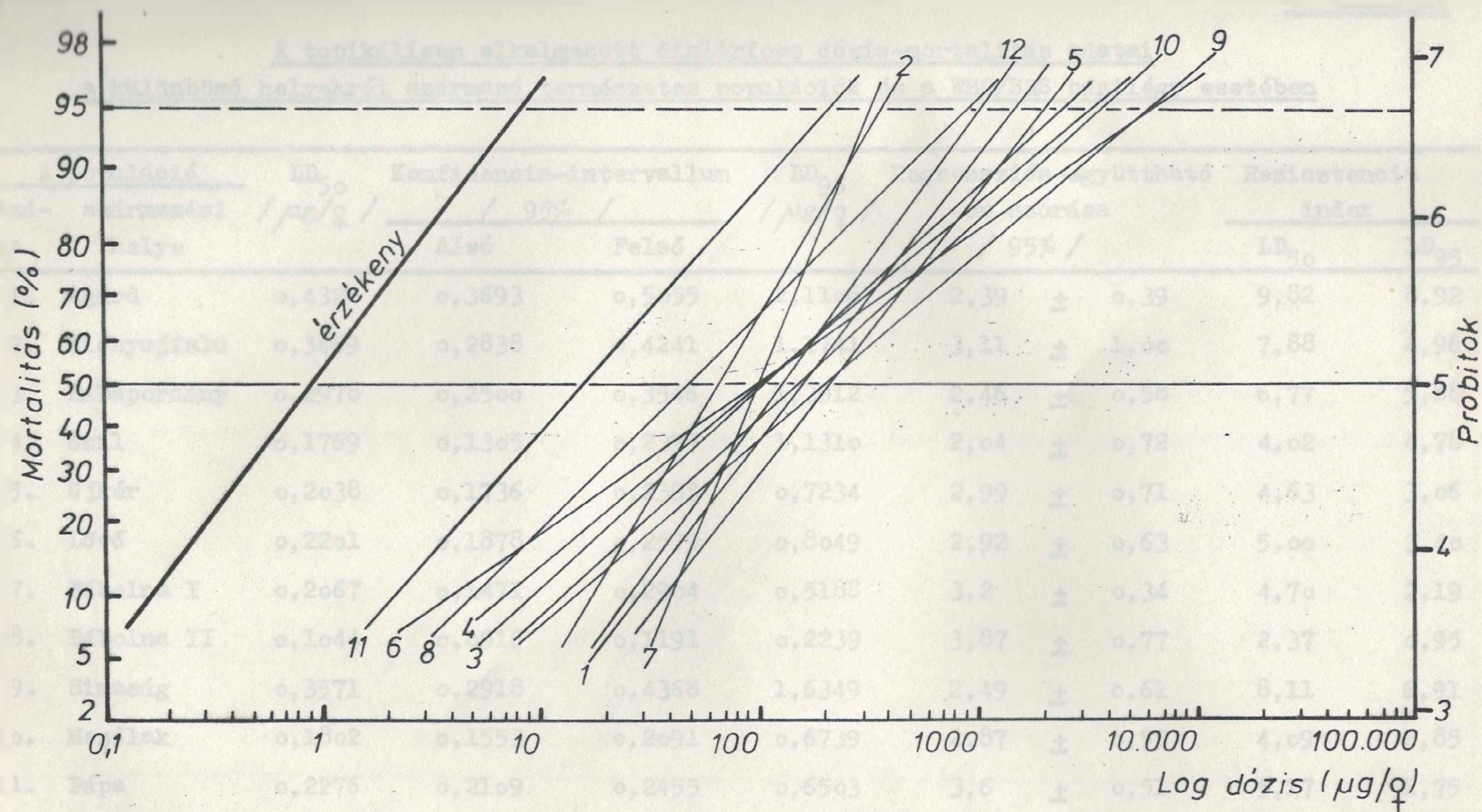
6.1.4. Piretroidokkal szembeni rezisztencia

A vizsgált populációk tetrametrinnel szembeni érzékenységére vonatkozó adatait a 7. táblázat tartalmazza.

4. táblázat

A topikálisan alkalmazott triklórfon dózis-mortalitás adatai a különböző helyekről származó természetes populációk és a WHO/SRS házilégy esetében

A populáció száma	A populáció származási helye	LD_{50} /µg/♀/	Konfidencia-intervallum / 95% / Alsó	Konfidencia-intervallum / 95% / Felső	LD_{95} /µg/♀/	Regressziós együttható és szórása / 95% /	Rezisztencia index LD_{50}	Rezisztencia index LD_{95}
1.	Agárd	164,46	132,15	2o4,68	1589,65	1,67 ± o,39	178,28	196,15
2.	Zichyujfalu	72,27	6o,23	86,71	387,37	2,26 ± o,56	78,34	47,53
3.	Rábapordány	113,19	85,o2	15o,49	2637,78	1,2o ± o,36	122,7o	323,64
4.	Szil	1o4,1o	75,o7	144,36	3452,59	o,93 ± o,19	112,85	423,61
5.	Ujkér	215,64	17o,29	273,o6	2112,53	1,47 ± o,4o	233,76	259,2o
6.	Lövő	1o7,98	74,86	155,74	647o,65	o,93 ± o,35	117,o5	793,92
7.	Bábolna I	1o1,44	83,51	123,23	34o,11	2,44 ± o,65	1o9,96	41,73
8.	Bábolna II	47,44	4o,57	56,o3	951,28	1,o5 ± o,27	51,434	116,72
9.	Simaság	2oo,63	142,7o	282,o7	6485,83	1,o9 ± o,36	217,48	795,78
1o.	Mezőlak	159,8o	119,44	213,79	37o9,92	1,2o ± o,36	173,22	455,19
11.	Pápa	16,41	12,63	21,31	211,31	1,48 ± o,37	17,86	25,93
12.	Küngös	133,43	114,66	155,26	1o92,91	1,8o ± o,24	144,64	134,o9
	WHO/SRS /Érzékeny/	o,9225	o,7869	1,o8	8,15	2,o1 ± o,33	-	-

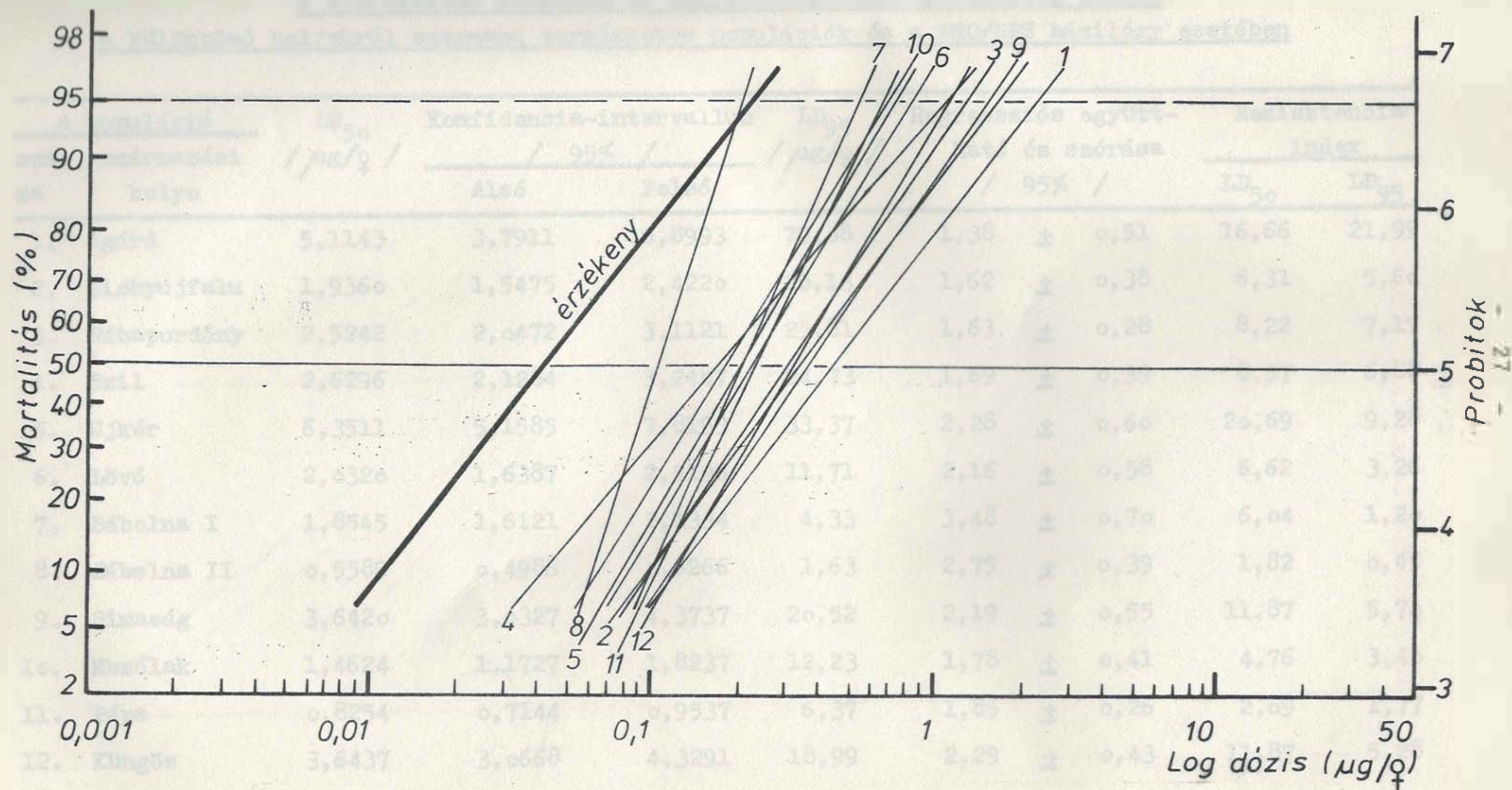


4. ábra A Triklórfon probit-regressziós egyenesei a vizsgált populációk és a WHO/SRS házilégy esetében

5. táblázat

A topikálisan alkalmazott diklórfosz dózis-mortalitás adatai a különböző helyekről származó természetes populációk és a WHO/SRS házilégy esetében

A populáció száma	A populáció származási helye	LD_{5o} /µg/♀/	Konfidencia-intervallum /95%/ Alsó	Konfidencia-intervallum /95%/ Felső	LD_{95} /µg/♀/	Regressziós-együttható és szórása /95%/	Rezisztencia index LD_{5o}	Rezisztencia index LD_{95}
1.	Agárd	o,432o	o,3693	o,5o55	2,11o6	2,39 ± o,39	9,82	8,92
2.	Zichyujfalu	o,3469	o,2838	o,4241	1,1741	3,11 ± 1,oo	7,88	4,96
3.	Rábapordány	o,2978	o,25oo	o,3546	1,3912	2,46 ± o,58	6,77	5,88
4.	Szil	o,1769	o,13o5	o,2397	1,131o	2,o4 ± o,72	4,o2	4,78
5.	Ujkér	o,2o38	o,1736	o,2393	o,7234	2,99 ± o,71	4,63	3,o6
6.	Lövő	o,22o1	o,1878	o,2579	o,8o49	2,92 ± o,63	5,oo	3,4o
7.	Bábolna I	o,2o67	o,1471	o,29o4	o,5188	3,2 ± o,34	4,7o	2,19
8.	Bábolna II	o,1o44	o,o916	o,1191	o,2239	3,87 ± o,77	2,37	o,95
9.	Simaság	o,3571	o,2918	o,4368	1,6349	2,49 ± o,61	8,11	6,91
1o.	Mezőlak	o,18o2	o,1553	o,2o91	o,6739	2,87 ± o,55	4,o9	2,85
11.	Pápa	o,2276	o,21o9	o,2455	o,65o3	3,6 ± o,51	5,17	2,75
12.	Küngös	o,3363	o,3o12	o,3755	1,2158	2,95 ± o,42	7,64	5,14
	WHO/SRS /Érzékeny/	o,o44	o,o384	o,o5o6	o,2365	2,51 ± o,36	-	-

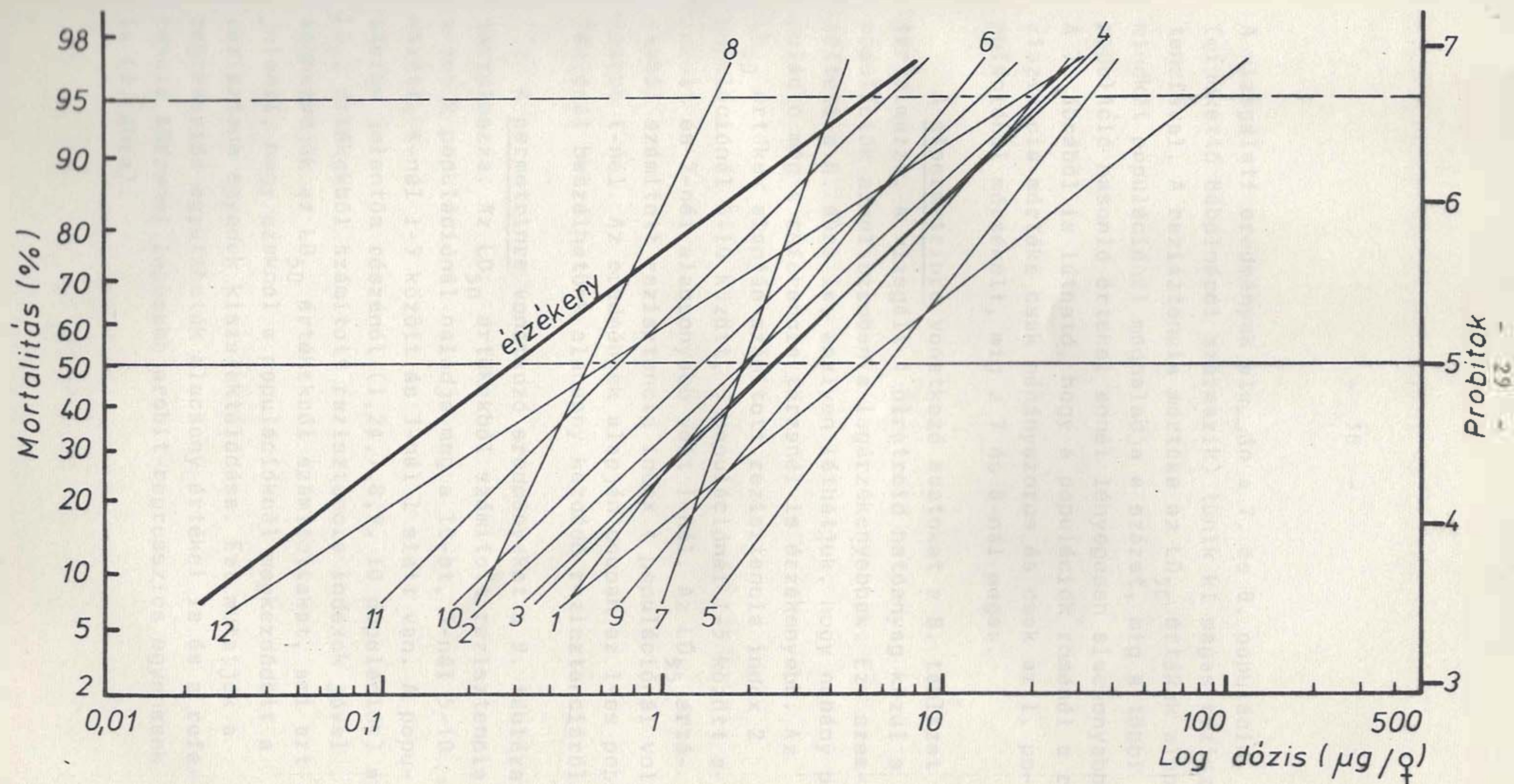


5. ábra A DDVP probit-regressziós egyenesei a vizsgált populációk és a WHO/SRS házilégy esetében

6. táblázat

A topikálisan alkalmazott fenitrotion dózis-mortalitás adatai a különböző helyekről származó természetes populációk és a WHO/SRS házilégy esetében

A populáció száma	A populáció származási helye	LD_{5o} /µg/♀/	Konfidencia-intervallum /95%/ Alsó	Konfidencia-intervallum /95%/ Felső	LD_{95} /µg/♀/	Regressziós együttható és szórása /95%/	Rezisztencia index LD_{5o}	Rezisztencia index LD_{95}
1.	Agárd	5,1143	3,7911	6,8993	79,o8	1,38 ± o,51	16,66	21,99
2.	Zichyujfalu	1,936o	1,5475	2,422o	2o,13	1,62 ± o,38	6,31	5,6o
3.	Rábapordány	2,5242	2,o472	3,1121	25,81	1,63 ± o,28	8,22	7,17
4.	Szil	2,6296	2,1284	3,2487	24,73	1,69 ± o,39	8,57	6,88
5.	Ujkér	6,3511	5,1585	7,8193	33,37	2,28 ± o,6o	2o,69	9,28
6.	Lövő	2,o32o	1,6387	2,5196	11,71	2,16 ± o,58	6,62	3,26
7.	Bábolna I	1,8545	1,6121	2,1334	4,33	3,48 ± o,7o	6,o4	1,2o
8.	Bábolna II	o,5589	o,4986	o,6266	1,63	2,75 ± o,39	1,82	o,45
9.	Simaság	3,642o	3,o327	4,3737	2o,52	2,19 ± o,55	11,87	5,7o
1o.	Mezőlak	1,4624	1,1727	1,8237	12,23	1,78 ± o,41	4,76	3,4o
11.	Pápa	o,8254	o,7144	o,9537	6,37	1,85 ± o,26	2,69	1,77
12.	Küngös	3,6437	3,o668	4,3291	18,99	2,29 ± o,43	11,87	5,28
	WHO/SRS /Érzékeny/	o,3o69	o,2339	o,4o56	3,59	1,64 ± o,34	-	-



6. ábra A Fenitrotion probit-regressziós egyenesei a vizsgált populációk és a WHO/SRS házilégy esetében

A vizsgálati eredmények alapján a 7. és 8. populáció (mindkettő Bábolnáról származik) tűnik ki magas rezisztenciával. A rezisztencia mértéke az LD_{50} értékek alapján mindkét populációnál meghaladja a százat, mig a többi populáció hasonló értékei ennél lényegesen alacsonyabbak. A 7. ábrából is látható, hogy a populációk zöménél a rezisztencia mértéke csak néhányszoros és csak az 1. populációnál mérsékelt, mig a 7 és 8-nál magas.

A cipermetrinre vonatkozó adatokat a 8. táblázat tartalmazza. A vizsgált 4 piretroid hatóanyag közül a populációk ezzel szemben a legérzékenyebbek. Ezt szemlélteti a 8. ábra is, amelyen láthatjuk, hogy néhány populáció még a referencia törzsnél is érzékenyebb. Az LD_{50} értékek alapján számitott rezisztencia index 2 populációnál 5-10 között, 5 populációnál 1-5 között alakult és 2-nél alacsonyabb volt 1-nél. Az LD_{95} értékekből számitott rezisztencia index 4 populációnál volt kisebb 1-nél. Az eredmények alapján csupán az 1-es populációnál beszélhetünk alacsony kezdődő rezisztenciáról.

A permetrinre vonatkozó eredményeket a 9. táblázat tartalmazza. Az LD_{50} értékekből számitott rezisztencia index 2 populációnál haladja meg a 10-et, 3-nál 5-10 között, 4-nél 1-5 között és 3-nál 1 alatt van. A populációk jelentős részénél (1,2,4,7,8,9, 10 populációk) az LD_{95} értékekből számitott rezisztencia indexek jóval meghaladják az LD_{50} értékekből számitottakat, ami azt jelenti, hogy ezeknél a populációknál megkezdődött a rezisztens egyedek kiszelektálódása. Ezt mutatják a regressziós együtthatók alacsony értékei is és a referencia törzsnél laposabb probit-regressziós egyenesek is (9. ábra).

A deltametrinnel szembeni rezisztenciára vonatkozó adatokat a 10. táblázat tartalmazza. Az LD_{50} értékekből számitott rezisztencia index a deltametrinre vizsgált 7 populációból 1-nél <20, 2-nél 10-20 között, 1-nél 5-10 között és 3-nál 5 alatt van. A 10. ábra hatásgörbéiből is látható, hogy az 1,2,9 populációknál egyértelmüen megindult a rezisztencia kialakulása és itt már mérsékelt rezisztenciáról beszélhetünk.

6.1.5. Az eredmények megvitatása

Az LD_{50} értékekből számitott rezisztencia indexek alakulását populációnként és hatóanyagonként a 11. táblázatban foglaltuk össze.

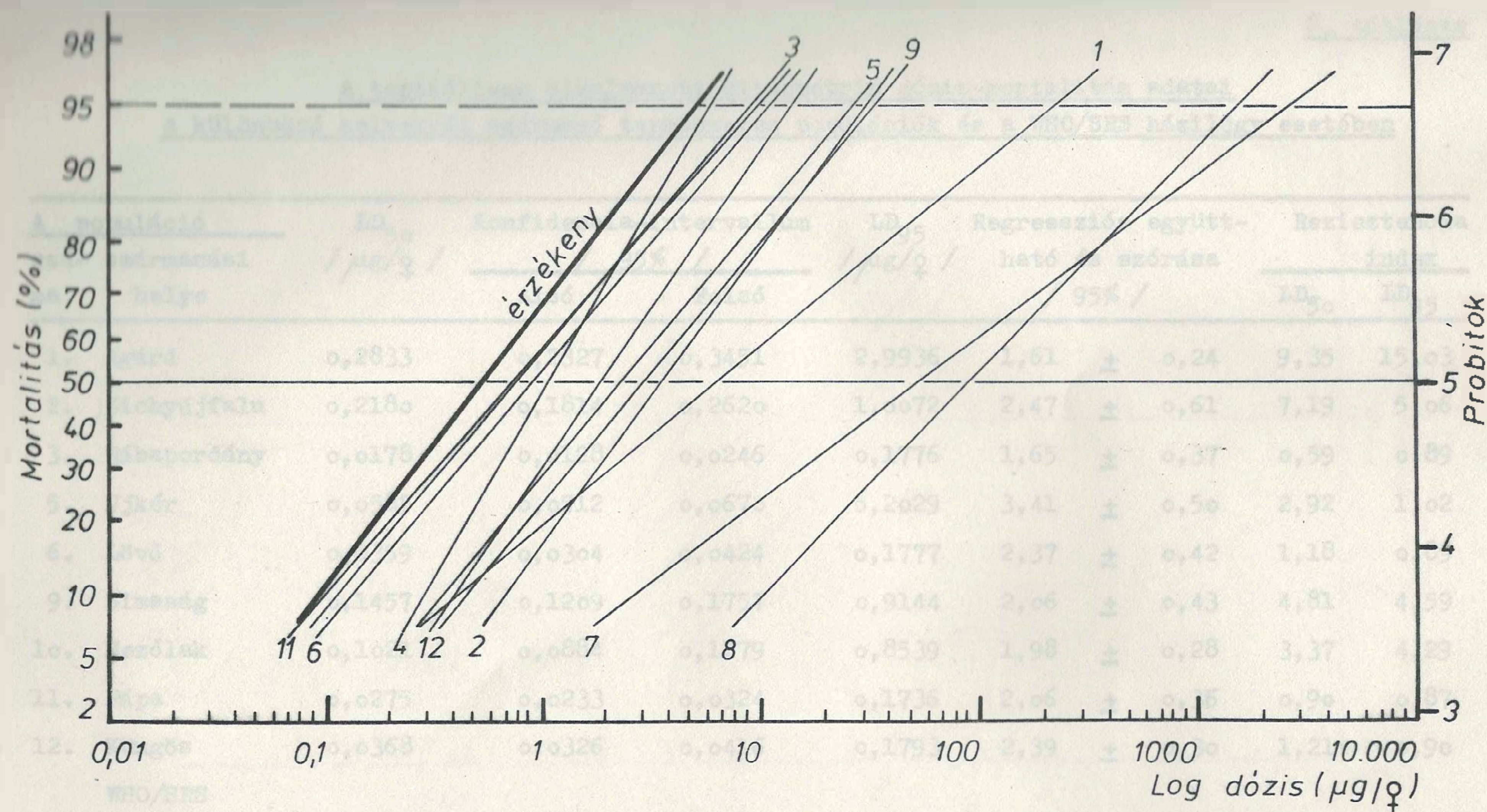
Az eredményekből megállapitható, hogy a klórozott-szénhidrogének közül a DDT-vel szembeni rezisztencia még napjainkban is nagyon magas annak ellenére, hogy közel 20 éve már nem alkalmazzák. Ezek az általunk nyert adatok megegyeznek a szakirodalomban találhatókkal (Keiding, 1977; Rupes et lal., 1983). Ha összehasonlitjuk adatainkat Sztankay-Gulyás, et al. (1970) által közölt adatokkal, akkor azt látjuk, hogy a 60-as évek vége óta a DDT rezisztencia nőtt. Ők ugyanis a populációk 76,5%-át találták rezisztensnek, mig mi minden populációt. E jelenség mögött az állhat, hogy a később használt inszekticidek hasonló irányban szelektálták a populációkat genetikailag, mint a DDT.

A HCH-val szemben a vizsgált populációknál gyakorlatilag nincs rezisztencia ill. a rezisztencia nagyon alacsony szintü. A HCH intenziv használatának időszakából

7. táblázat

A topikálisan alkalmazott tetrametrin dózis-mortalitás adatai
a különböző helyekről származó természetes populációk és a WHO/SRS házilégy esetében

A populáció szá-ma	A populáció származási helye	LD_{5o} /µg/♀/	Konfidencia-intervallum / 95% / Alsó	Konfidencia-intervallum / 95% / Felső	LD_{95} /µg/♀/	Regressziós együttható és szórása / 95% /	Rezisztencia index LD_{5o}	Rezisztencia index LD_{95}
1.	Agárd	6,4573	4,7828	8,7182	225,79	1,o7 ± o,23	11,17	42,72
2.	Zichyujfalu	3,8324	2,8266	5,196o	31,18	1,81 ± o,49	6,63	5,9o
3.	Rábapordány	o,7387	o,6oo4	o,9o87	9,47	1,48 ± o,28	1,28	1,79
4.	Szil	1,3421	1,o115	1,78o8	6,62	2,38 ± o,67	2,32	1,25
5.	Ujkér	2,4999	1,9652	3,18oo	29,83	1,53 ± o,38	4,32	5,64
6.	Lövő	o,8986	o,7197	1,1221	1o,82	1,52 ± o,31	1,55	2,o4
7.	Bábolna I	58,657o	32,9483	96,6457	2931,7o	o,69 ± o,34	1o1,44	554,66
8.	Bábolna II	94,5883	66,6444	134,2489	1533,57	1,o6 ± o,39	163,59	29o,14
9.	Simaság	3,o2o2	2,36o9	3,8636	32,97	1,58 ± o,33	5,22	6,24
11.	Pápa	o,7289	o,6o66	o,878o	9,95	1,45 ± o,23	1,26	1,88
12.	Küngös	1,9292	1,575o	2,3632	14,49	1,88 ± o,75	3,34	2,74
	WHO/SRS /Érzékeny/	o,5782	o,48o5	o,6972	5,29	1,96 ± o,32	-	-

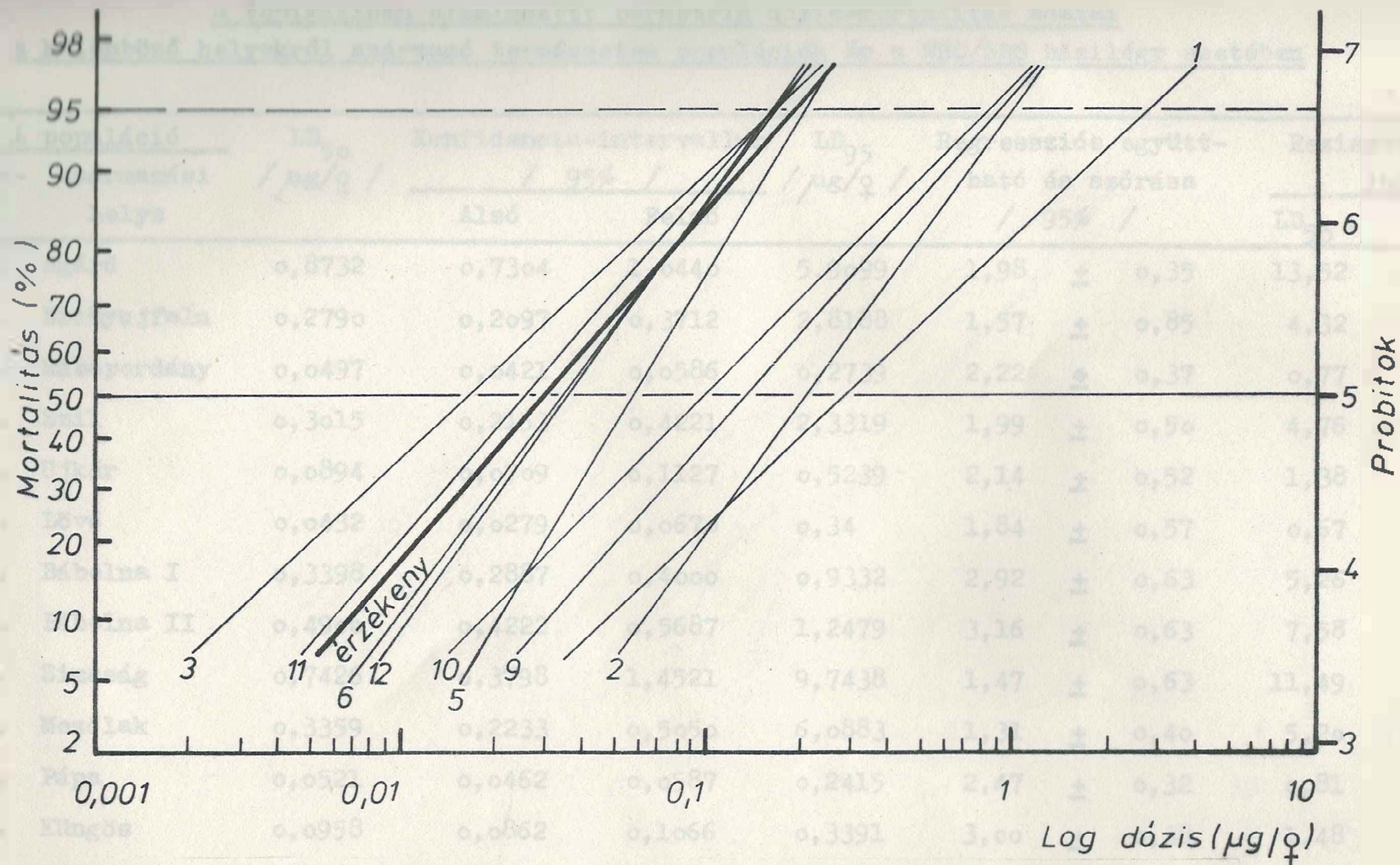


7. ábra A Tetrametrin probit-regressziós egyenesei a vizsgált populációk és a WHO/SRS házilégy esetében

8. táblázat

A topikálisan alkalmazott cipermetrin dózis-mortalitás adatai a különböző helyekről származó természetes populációk és a WHO/SRS házilégy esetében

A populáció		LD_{5o} /μg/♀/	Konfidencia-intervallum / 95% /		LD_{95} /μg/♀/	Regressziós együttható és szórása / 95% /	Rezisztencia index	
szá-ma	származási helye		Alsó	Felső			LD_{5o}	LD_{95}
1.	Agárd	o,2833	o,2327	o,3451	2,9936	1,61 ± o,24	9,35	15,o3
2.	Zichyújfalu	o,218o	o,1814	o,262o	1,oo72	2,47 ± o,61	7,19	5,o6
3.	Rábapordány	o,o178	o,o128	o,o246	o,1776	1,65 ± o,37	o,59	o,89
5.	Ujkér	o,o585	o,o512	o,o67o	o,2o29	3,41 ± o,5o	2,92	1,o2
6.	Lövő	o,o359	o,o3o4	o,o424	o,1777	2,37 ± o,42	1,18	o,89
9.	Simaság	o,1457	o,12o9	o,1757	o,9144	2,o6 ± o,43	4,81	4,59
1o.	Mezőlak	o,1o21	o,o884	o,1179	o,8539	1,98 ± o,28	3,37	4,29
11.	Pápa	o,o275	o,o233	o,o324	o,1736	2,o6 ± o,36	o,9o	o,87
12.	Küngös	o,o368	o,o326	o,o416	o,1793	2,39 ± o,3o	1,21	o,9o
	WHO/SRS /Érzékeny/	o,o3o3	o,o264	o,o392	o,1992	2,11 ± o,29	-	-

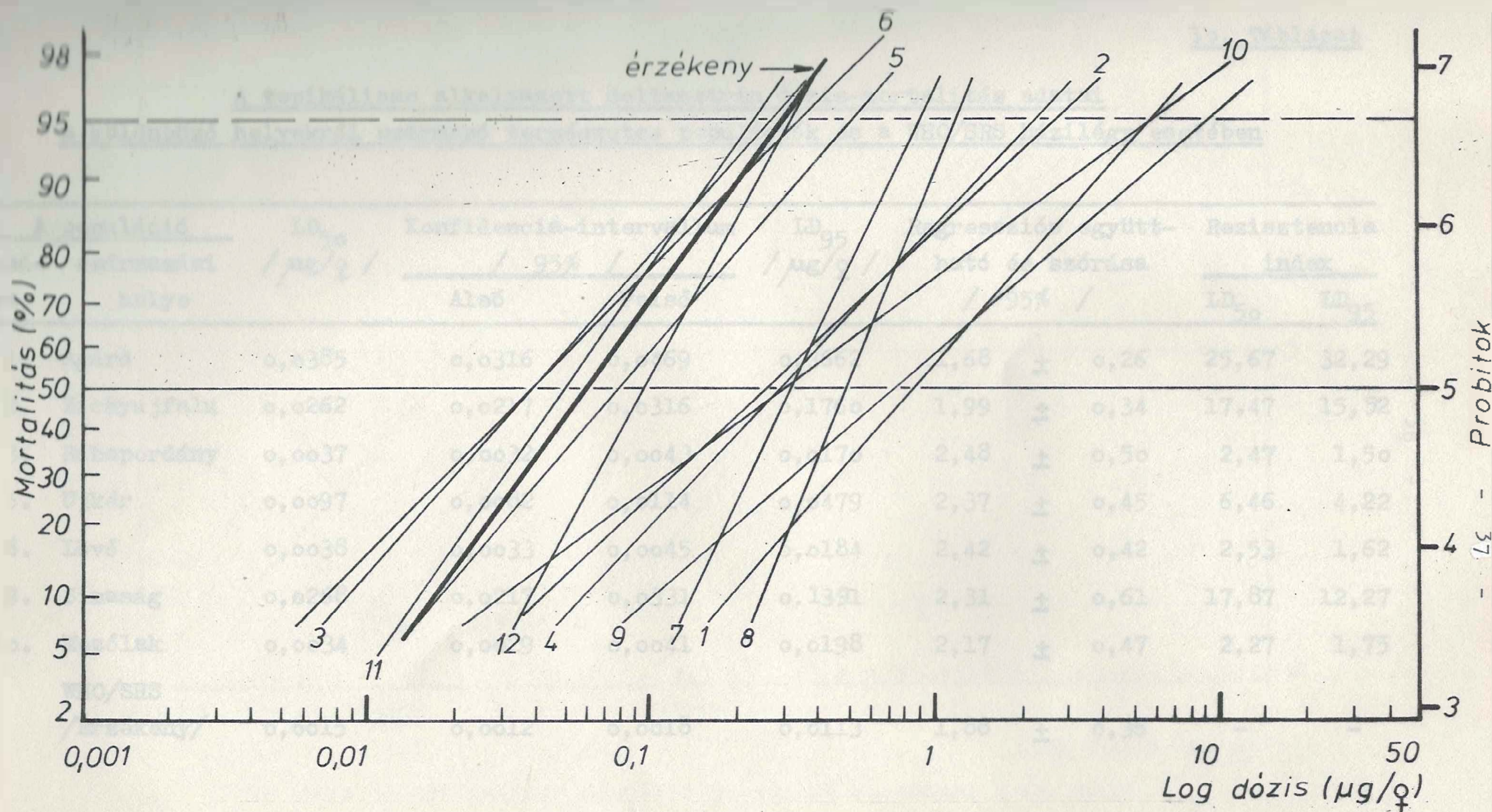


8. ábra A Cipermetrin probit-regressziós egyenesei a vizsgált populációk és a WHO/SRS házilégy esetében

9. táblázat

A topikálisan alkalmazott permetrin dózis-mortalitás adatai a különböző helyekről származó természetes populációk és a WHO/SRS házilégy esetében

A populáció száma	A populáció származási helye	LD_{5o} /µg/♀/	Konfidencia-intervallum /95%/ Alsó	Konfidencia-intervallum /95%/ Felső	LD_{95} /µg/♀/	Regressziós együttható és szórása /95%/	Rezisztencia index LD_{5o}	Rezisztencia index LD_{95}
1.	Agárd	o,8732	o,73o4	1,o44o	5,9o99	1,98 ± o,35	13,52	19,13
2.	Zichyujfalu	o,279o	o,2o97	o,3712	2,8188	1,57 ± o,85	4,32	9,13
3.	Rábapordány	o,o497	o,o421	o,o586	o,2739	2,22 ± o,37	o,77	o,89
4.	Szil	o,3o15	o,2153	o,4221	2,3319	1,99 ± o,5o	4,76	7,55
5.	Ujkér	o,o894	o,o7o9	o,1127	o,5239	2,14 ± o,52	1,38	1,69
6.	Lövő	o,o432	o,o279	o,o67o	o,34	1,84 ± o,57	o,67	1,1o
7.	Bábolna I	o,3398	o,2887	o,4ooo	o,9332	2,92 ± o,63	5,26	3,o2
8.	Bábolna II	o,49oo	o,4222	o,5687	1,2479	3,16 ± o,63	7,58	4,o4
9.	Simaság	o,7426	o,3798	1,4521	9,7438	1,47 ± o,63	11,49	31,54
1o.	Mezőlak	o,3359	o,2233	o,5o5o	6,o883	1,31 ± o,4o	5,2o	19,71
11.	Pápa	o,o521	o,o462	o,o587	o,2415	2,47 ± o,32	o,81	o,78
12.	Küngös	o,o958	o,o862	o,1o66	o,3391	3,oo ± o,38	1,48	1,1o
	WHO/SRS /Érzékeny/	o,o646	o,o56	o,o746	o,3o89	2,53 ± o,44	-	-

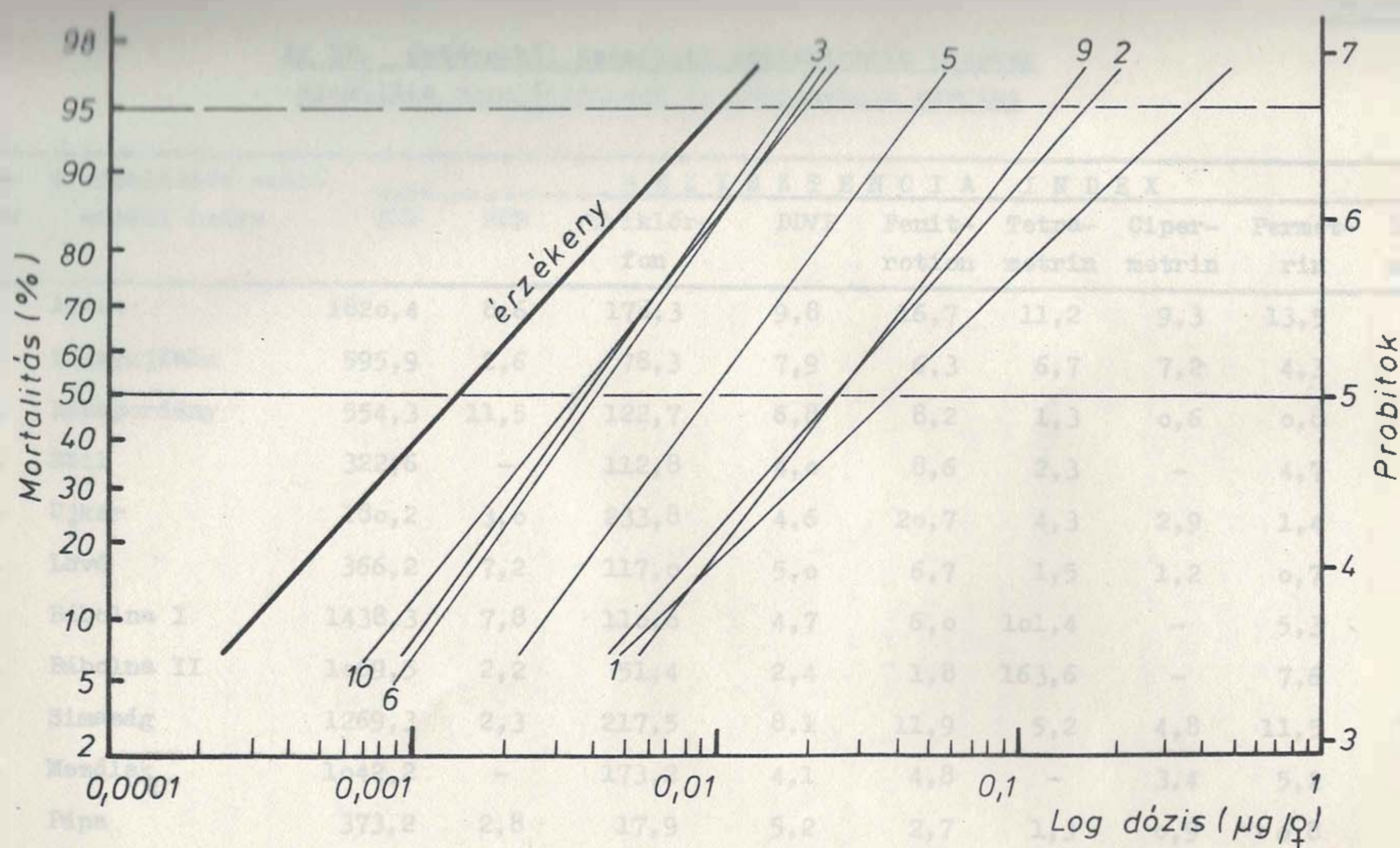


9. ábra A Permetrin probit-regressziós egyenesei a vizsgált populációk és a WHO/SRS házilégy esetében

lo. Táblázat

A topikálisan alkalmazott deltametrin dózis-mortalitás adatai
a különböző helyekről származó természetes populációk és a WHO/SRS házilégy esetében

A populáció száma	A populáció származási helye	LD_{5o} /µg/♀/	Konfidencia-intervallum /95%/ Alsó	Konfidencia-intervallum /95%/ Felső	LD_{95} /µg/♀/	Regressziós együttható és szórása /95%/			Rezisztencia index LD_{5o}	Rezisztencia index LD_{95}
1.	Agárd	o,o385	o,o316	o,o469	o,3662	1,68	±	o,26	25,67	32,29
2.	Zichyujfalu	o,o262	o,o217	o,o316	o,176o	1,99	±	o,34	17,47	15,52
3.	Rábapordány	o,oo37	o,oo32	o,oo43	o,o17o	2,48	±	o,5o	2,47	1,5o
5.	Ujkér	o,oo97	o,oo82	o,o114	o,o479	2,37	±	o,45	6,46	4,22
6.	Lövő	o,oo38	o,oo33	o,oo45	o,o184	2,42	±	o,42	2,53	1,62
9.	Simaság	o,o268	o,o217	o,o331	o,1391	2,31	±	o,61	17,87	12,27
1o.	Mezőlak	o,oo34	o,oo29	o,oo41	o,o198	2,17	±	o,47	2,27	1,75
	WHO/SRS /Érzékeny/	o,oo15	o,oo12	o,oo18	o,o113	1,88	±	o,36	-	-



10. ábra A Deltametrin probit-regressziós egyenesei a vizsgált populációk és a WHO/SRS házilégy esetében

11.táblázat

Az LD_{5o} értékekből számitott rezisztencia indexek alakulása populációnként és hatóanyagok szerint

Sor-szám	A populációk származási helye	R E Z I S Z T E N C I A I N D E X								
		DDT	HCH	Triklórfon	DDVP	Fenitrotion	Tetrametrin	Cipermetrin	Permetrin	Deltametrin
1.	Agárd	182o,4	8,6	178,3	9,8	16,7	11,2	9,3	13,5	25,7
2.	Zichyujfalu	595,9	2,6	78,3	7,9	6,3	6,7	7,2	4,3	17,5
3.	Rábapordány	554,3	11,5	122,7	6,8	8,2	1,3	o,6	o,8	2,5
4.	Szil	322,6	–	112,8	4,o	8,6	2,3	–	4,7	–
5.	Ujkér	18o,2	3,o	233,8	4,6	2o,7	4,3	2,9	1,4	6,5
6.	Lövő	366,2	7,2	117,o	5,o	6,7	1,5	1,2	o,7	2,5
7.	Bábolna I	1438,3	7,8	11o,o	4,7	6,o	1o1,4	–	5,3	–
8.	Bábolna II	1o69,5	2,2	51,4	2,4	1,8	163,6	–	7,6	–
9.	Simaság	1269,3	2,3	217,5	8,1	11,9	5,2	4,8	11,5	17,9
1o.	Mezőlak	1o42,2	–	173,2	4,1	4,8	–	3,4	5,2	2,3
11.	Pápa	373,2	2,8	17,9	5,2	2,7	1,3	o,9	o,8	–
12.	Küngös	656,6	3,1	144,6	7,6	11,9	3,3	1,2	1,5	–

nincsenek magyarországi adataink, de a világirodalmi közlések birtokában joggal feltételezhetjük, hogy annak idején Magyarországon is magas rezisztencia alakulhatott ki, de ez a rezisztencia már napjainkban lecsökkent, ellentétben a DDT-vel.

A vizsgált 3 foszforsavészter közül a triklórfonnal szemben nagyon magas rezisztenciát tapasztaltunk minden populációnál. Igaz, hogy ennek használatát az OKI már betiltotta, de mégis azt tapasztaltuk, hogy olcsósága miatt több helyen is alkalmazták. Az általunk megállapitott rezisztencia értékek mellett ez az anyag gyakorlatilag már hatástalan. Használata esetén csak feleslegesen terheljük a környezetet, hiszen eredményt nem érünk el. Ezen tulmenően az ismételt használat a populációkat tovább szelektálja genetikailag, vagyis a magas rezisztenciáért felelős géneket hordozó egyedek száma nő. Ezáltal csak megnehezitjük a dolgukat a később rotációra használandó készitményeknek. Kedvezőbb a helyzet a DDVP esetében. Ezzel a hatóanyaggal szemben csak alacsony mértékü rezisztencia tapasztalható. A populációk homogének a DDVP-vel szembeni érzékenység tekintetében és rezisztens egyedek nem szelektálódtak ki. Igy a DDVP megfelelő szerrotáció esetén még hosszu ideig hatásos eszköz lehet a házilégy elleni védekezésben. Nem annyira egyértelmü a fenitrotion megitélése. Annak ellenére, hogy Magyarországon ezt a hatóanyagot gyakorlatilag nem alkalmazták, a populációk egy részénél mérsékelt rezisztenciát állapitottunk meg. Ez valószinü keresztrezisztencia eredménye, amire az irodalomban is vannak példák (Rupes et al., 1975; Shono et al., 1983). A fenitrotion bevezetése tehát a házilégy elleni védekezésbe

nem célszerü, mivel a keresztrezisztencia révén nagy a rezisztencia kialakulás veszélye.

A piretroidok közül vizsgált 4 hatóanyaggal szembeni rezisztencia mértéke eltérő. A házilégy populációk a cipermetrinnel szemben bizonyultak a legérzékenyebbeknek. Több populáció érzékenysége még az összehasonlító törzsét is meghaladta.

Tetrametrinnel szemben a 2 bábolnai populációnál jelentős a rezisztencia, a többinél pedig alacsony. E két populáció kiugróan magas értékei az intenziv használattal, esetleg keresztrezisztenciával függhet össze. A piretroidok közül a rezisztencia kialakulás veszélye a permetrinnél és a deltametrinnél a legnagyobb. Mindkét hatóanyaggal szemben megindult a kiszelektálódás, de különösen a deltametrinnel szemben. A világban ezt a két hatóanyagot használják a leggyakrabban a házilégy elleni védekezésben. Magyarországon még nem engedélyezték, de már több helyen alkalmazzák. Eredményeink is bizonyitják, hogy a rezisztencia kialakulásának reális veszélye van, ezért ezeknek az anyagoknak a használatával óvatosan kell bánni.

4.7. A rezisztencia populációnkénti és geográfiai alakulása

Az inszekticid rezisztencia alakulása egyrészt az adott rovarfaj populáció genetikai, biológiai tulajdonságaitól (gén összetétel, gén frekvencia, dominancia viszonyok, produktivitás, fitnesz, generációszám stb.), másrészt a vegyszerhasználat körülményeitől, módjától (gyakoriság, dózis, vegyszertipus, alkalmazás módja stb.) függ. Mivel mindkét tényező (biotikus, kémiai) populációnként, gazdasági egységenként változik, ezért

változik a kialakuló rezisztencia tipusa, mintázata is. Mivel a rezisztencia időben és térben változik, alakul, szükség van a változások nyomonkövetésére. Ez akkor lehetséges, ha megvannak a szükséges alapadatok, alapszintek. A rezisztenciában kétféle viszonyitási alap van. Az egyik egy érzékeny homogén törzshöz való viszony, a másik pedig a populáció önmagához való viszonya, lehetőleg még az adott vegyszer vagy vegyszerek használata előtti állapothoz.

A házilégy vonatkozásában a nemzetközileg elfogadott érzékeny referencia törzs karakterizálását elvégeztük. Korábban Magyarországon, igy a VEAB régióban sem történt meg a rovarok, köztük a házilégy populációk alapérzékenységének a felvétele. Magyarországon és a VEAB régióban elsőként végeztük el ezt a munkát a házilégy esetében 12 populációnál 9 inszekticid hatóanyagra. A későbbiekben a változásokat ezekhez az alapszintekhez lehet viszonyitani és értékelni. Ugyanakkor az egyes populációk rezisztencia-viszonyainak ismeretében jobb, tudományosan megalapozott vegyszerrotáción alapuló védekezéstechnológia dolgozható ki az adott gazdaságban. Ezért tartjuk hasznosnak és fontosnak az egyes populációkra vonatkozó adatok közzétételét. Az ábrákhoz fűzött kiegészitések során a magas triklórfon és DDT rezisztenciára nem hivjuk fel a figyelmet külön-külön, mert az szinte mindegyik populációnál nagyon magas.

6.2.1. Populációnkénti értékelés

<u>Fejér megye</u>. 2 populáció rezisztencia vizsgálatát végeztük: Agárdról (11. ábra) és Zichyujfaluból (12. ábra). Az agárdi populáció intenziv kémiai védekezésnek volt alávetve. Ez meg is mutatkozik a rezisztencia ala-

kulásán is. A populáció gyakorlatilag minden vizsgált inszekticiddel szemben ellenállóvávávált (multi-rezisztencia). A vegyszeres védekezés helyett inkább a megelőzést, és a fizikai és biológiai eljárások alkalmazását javasoljuk, mivel a nagyszámu magas rezisztenciáju egyed szinte bármelyik kemikáliával szemben képes rezisztencia kialakitására. A Zichyujfaluból származó populációnál is alkalmatak inszekticideket, de nem olyan rendszerességgel, mint az előző populációnál. Ennek megfelelően a rezisztencia kialakulása sem annyira előrehaladott, mint az előző populációnál.
Összegezve az állapitható meg, hogy az agárdi populáció rezisztencia szintje magas, mig a Zichyujfaluié közepes.

Győr-Sopron megye. A Rábapordányból (13. ábra) származó populáció érzékeny a piretroidokra, DDVP-re. Hasonló modható a Szilről származó populációról is (14. ábra), habár itt a piretroidokkal szembeni érzékenységi szint már kissé megemelkedett. Az Ujkérről származó populációnál (15. ábra) a viszonylag magas fenitrotion rezisztencia és az átlagosnál magasabb triklórfon rezisztencia érdemel figyelmet. A Lövőről származó populáció (16. ábra) permetrin érzékenysége még az összehasonlitó törzsnél is alacsonyabb. Ez a populáció a többi piretroiddal szemben is érzékeny.
Az eredményeket összefoglalva a vizsgált 4 populáció rezisztencia szintje alacsonynak minősithető, csupán az ujkéri populáció triklórfon és fenitroion rezisztenciája magasabb az átlagosnál.

<u>Komárom megye</u>. A két Bábolnáról származó populáció (Bábolna I.-17. ábra, Bábolna II.-18. ábra) rezisztencia mintázatában nincs lényeges különbség annak ellenére, hogy az I. populáció sertéstelepről, a II. pedig csirkeistállóból származik. A tetrametrinnel szembeni rezisztencia mindkét populációnál nagyon magas. A II. populáció permetrin rezisztenciája már óvatosságra intő mértéket ért el.
Összefoglalva, a 2 populáció rezisztencia szintje közepes, de a tetrametrni rezisztencia nagyon magas.
de

<u>Veszprém megye</u>. 3 populáció került vizsgálatra. A Mezőlakról származó populációnál (19.ábra) a rezisztencia index a DDT és triklórfon kivétel, csak a permetrinnél érte el az 5-öt, a többi hatóanyagnál pedig alatta maradt. A Küngösről származó populáció (21.ábra) DDVP és fenitrotion rezisztenciája magasabb az átlagnál, mig a piretroidokkal szemben alacsony. A Pápáról származó populáció (22.ábra) bizonyult a legérzékenyebbnek valamennyi vizsgált populáció közül. DDT és triklórfon rezisztenciája is alacsony, ami pedig mindegyik populációnál nagyon magas volt. A DDVP-nél és fenitrotionnál emelkedett meg kismértékben a rezisztencia, de a többi hatóanyagnál az érzékeny törzséhez hasonló, vagy annál alacsonyabb értékeket mértünk. Ennél a populációnál az utóbbi tiz évben nem végeztek vegyszeres védekezést.

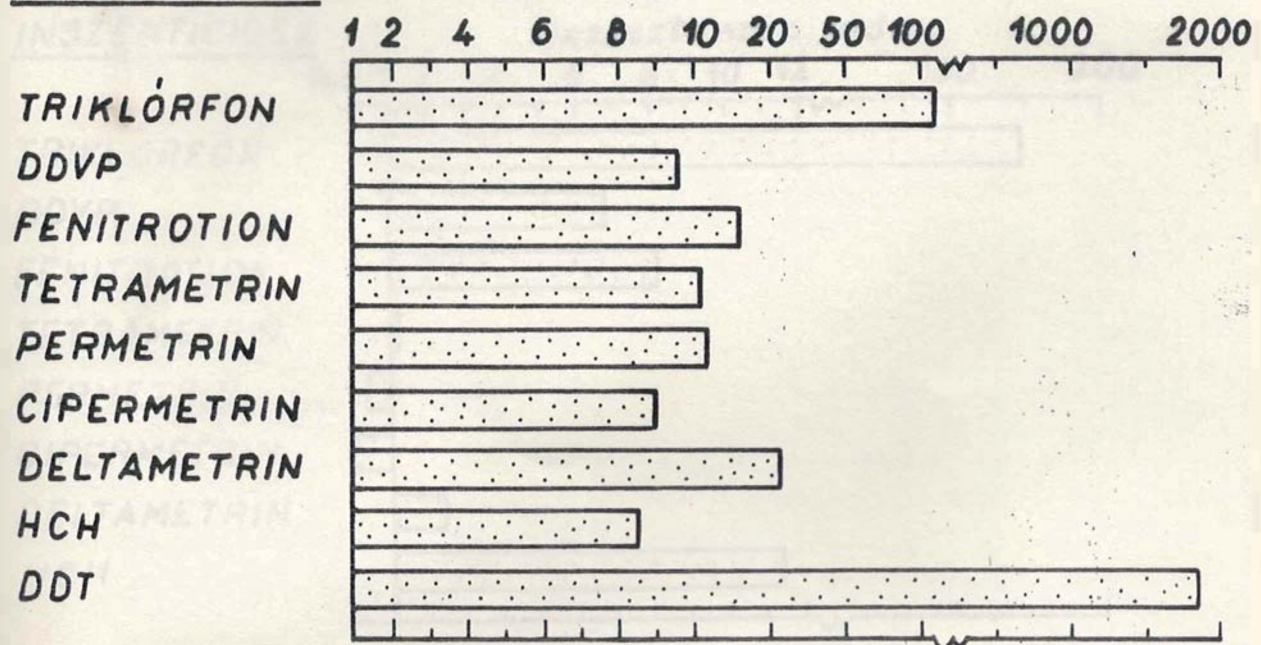
<u>Vas megye</u>. Innen egy populáció került vizsgálatra Simaságról (20. ábra). Ennél a populációnál több hatóanyaggal szemben megindult a rezisztencia kialakulása (DDVP, permetrin, deltametrin). A viszonylag magas fenitrotion rezisztencia valószinüleg keresztrezisztencia eredménye.

Összességében a populáció rezisztencia szintje magas.

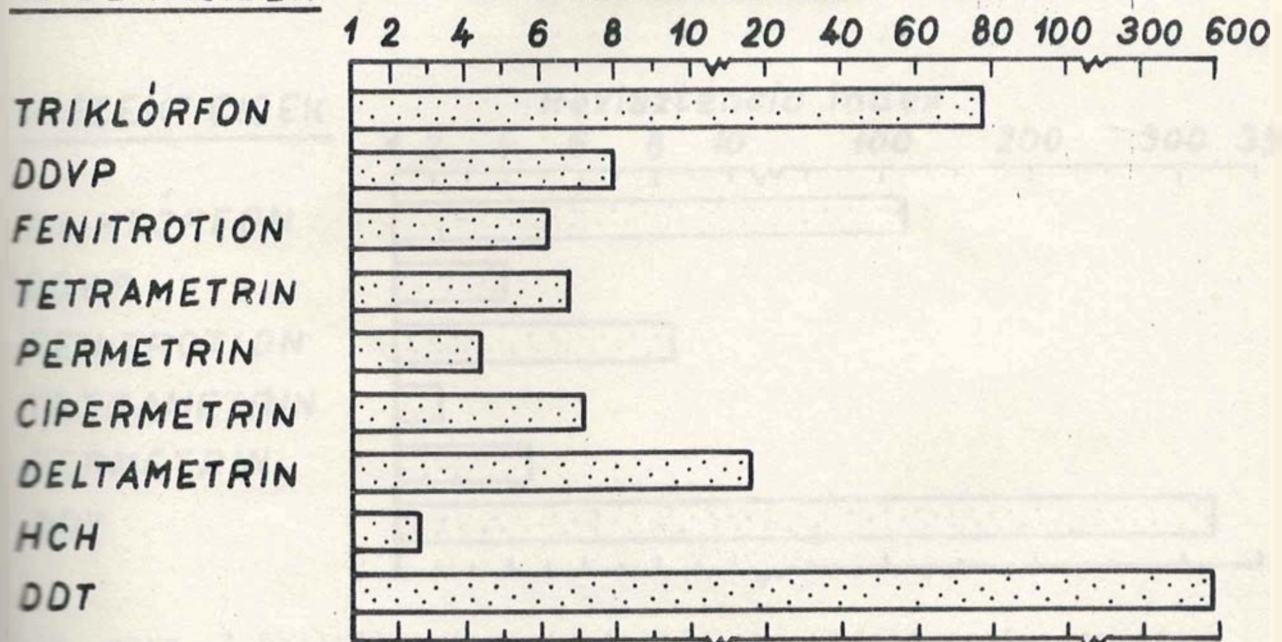
6.2.2. A rezisztencia geográfiai alakulása

A rezisztencia alakulásának populációnkénti értékelése után nézzük meg, hogy van-e valamilyen összefüggés az egyes populációk rezisztenciájának mértéke és a geográfiai, területi elhelyezkedés között. Hogy ezek az összefüggések jobban vizsgálhatóak legyenek, a 6 legfontosabbnak itélt hatóanyagra vonatkozó rezisztencia értékeket szimbolikus jelekkel ábrázolva térképekre vittük fel.(23., 24., 25. ábra).

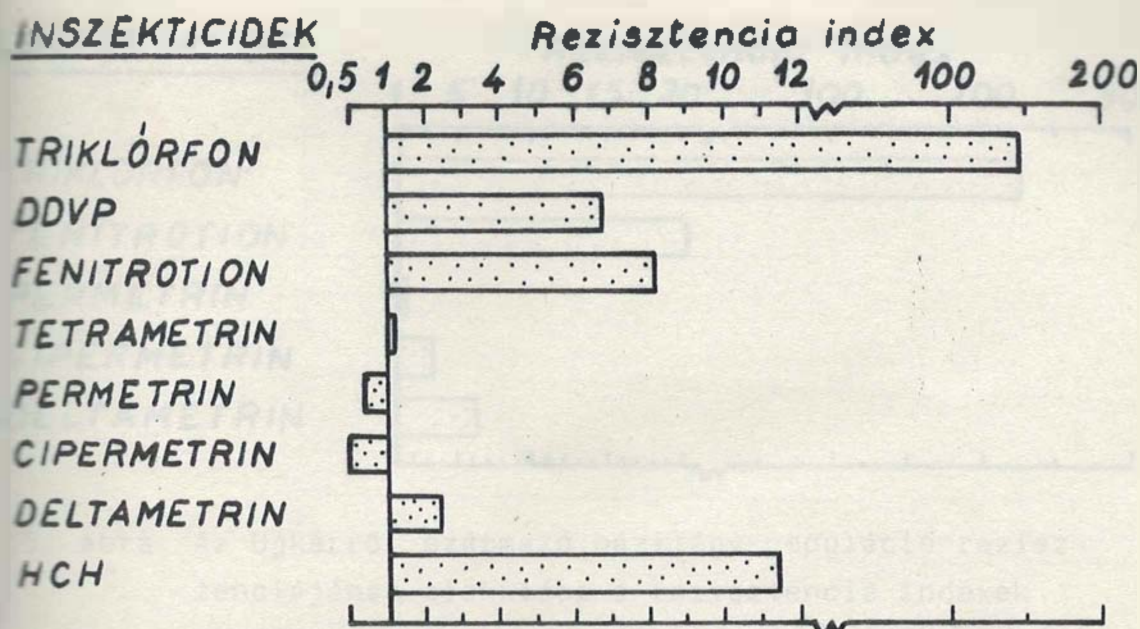
Az ábrák alapján ugy tünik, hogy a 2 klórozott szénhidrogén és a 2 foszforsavészter hatóanyag esetében nem állapitható meg összefüggés a területi elhelyezkedés szerint. Ez talán érthető is, ha meggondoljuk, hogy ezekkel a hatóanyagokkal szemben szinte minden populációnál magas szintü rezisztencia alakult ki. A két piretroid hatóanyagnál (25.ábra) viszont ugy tünik, hogy az 1 és 2-es populációk, a 7, 8-as populációk és az 5,9 populációk egy-egy erősebb gócot képviselnek.



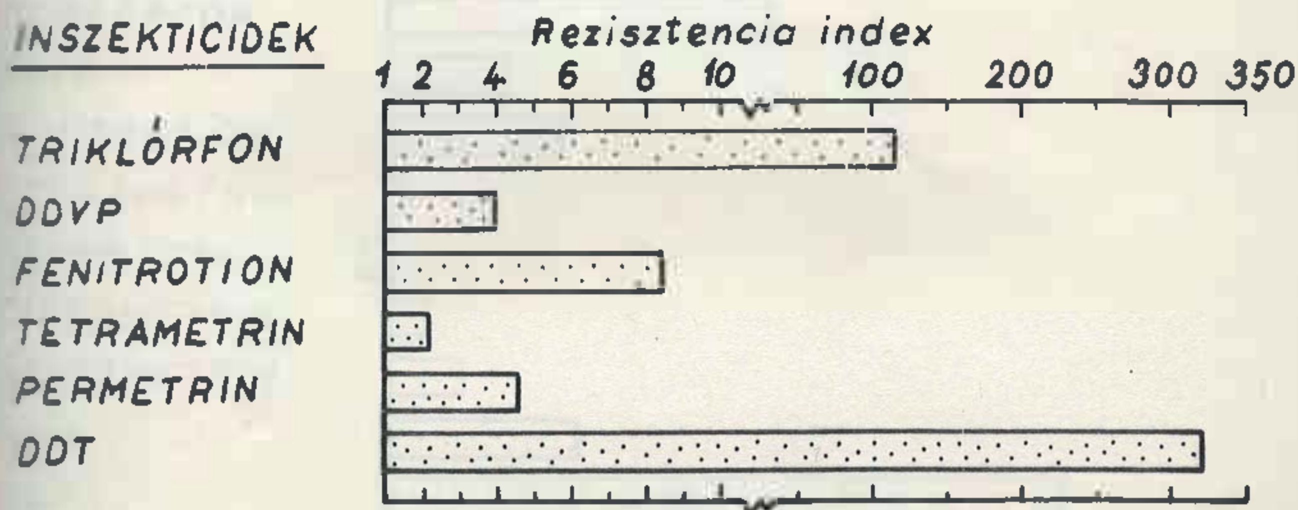
11. ábra Az Agárdról származó házilégy populáció rezisztenciájának alakulása a rezisztencia index alapján



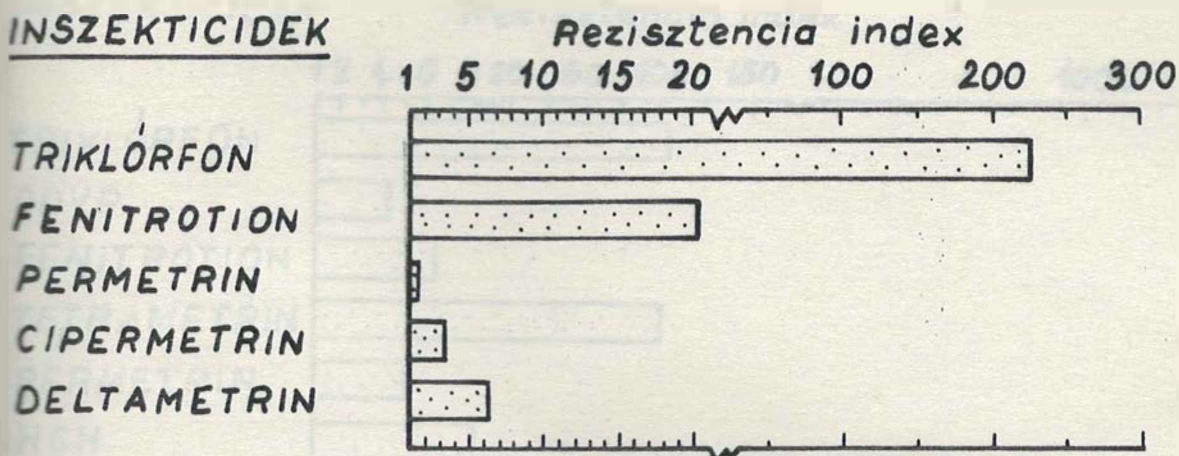
12. ábra A Zichyujfaluból származó házilégy populáció rezisztenciájának alakulása a rezisztencia indexek alapján



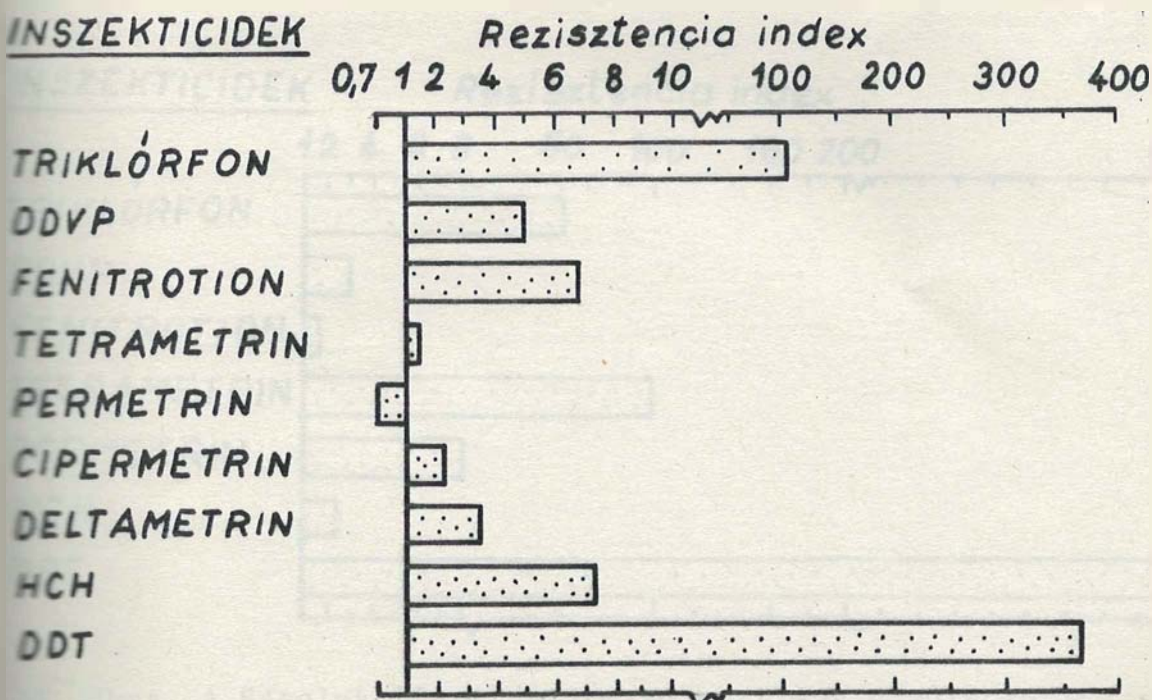
13. ábra A Rábapordányból származó házilégy populáció rezisztenciájának alakulása a rezisztencia indexek alapján



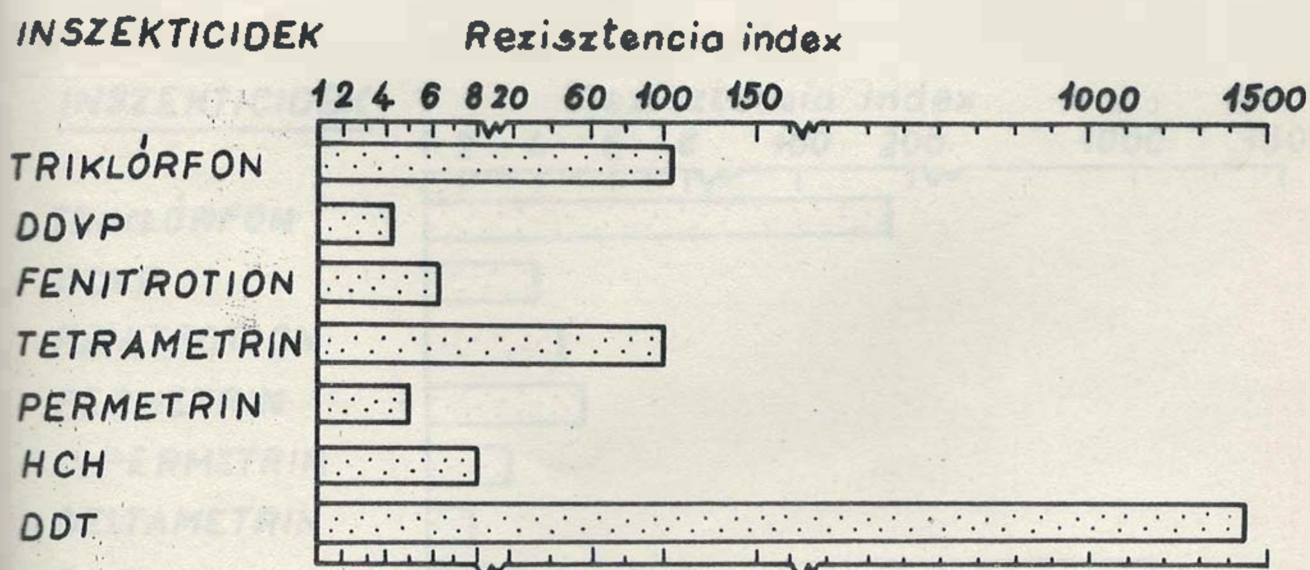
14. ábra A Szilről származó házilégy populáció rezisztenciájának alakulása a rezisztencia indexek alapján



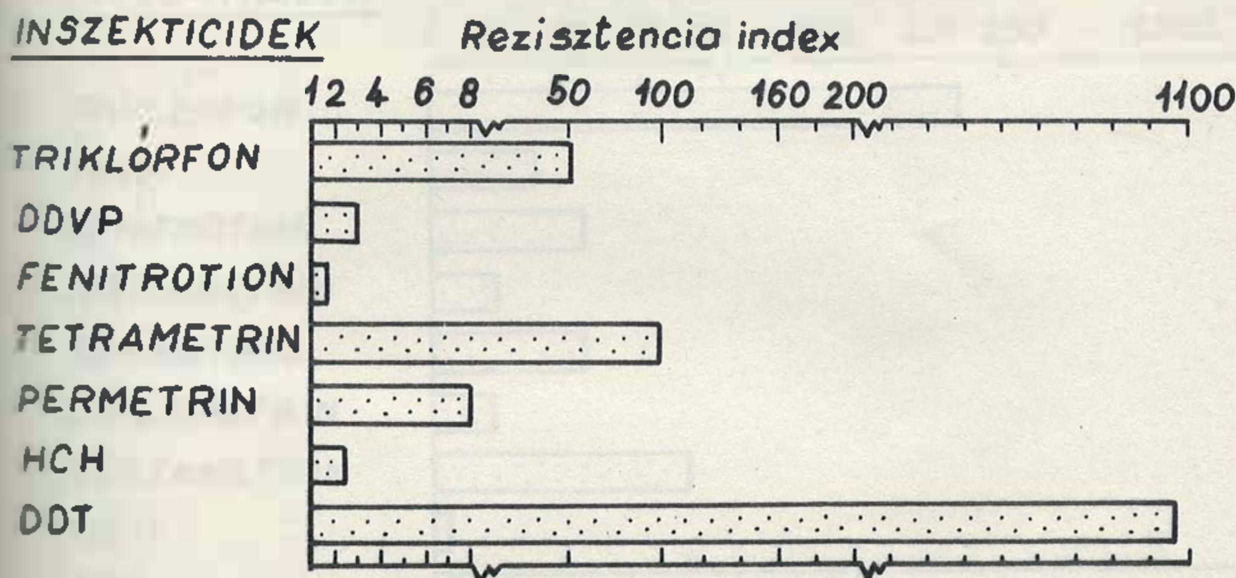
15. ábra Az Ujkérről származó házilégy populáció rezisztenciájának alakulása a rezisztencia indexek alapján



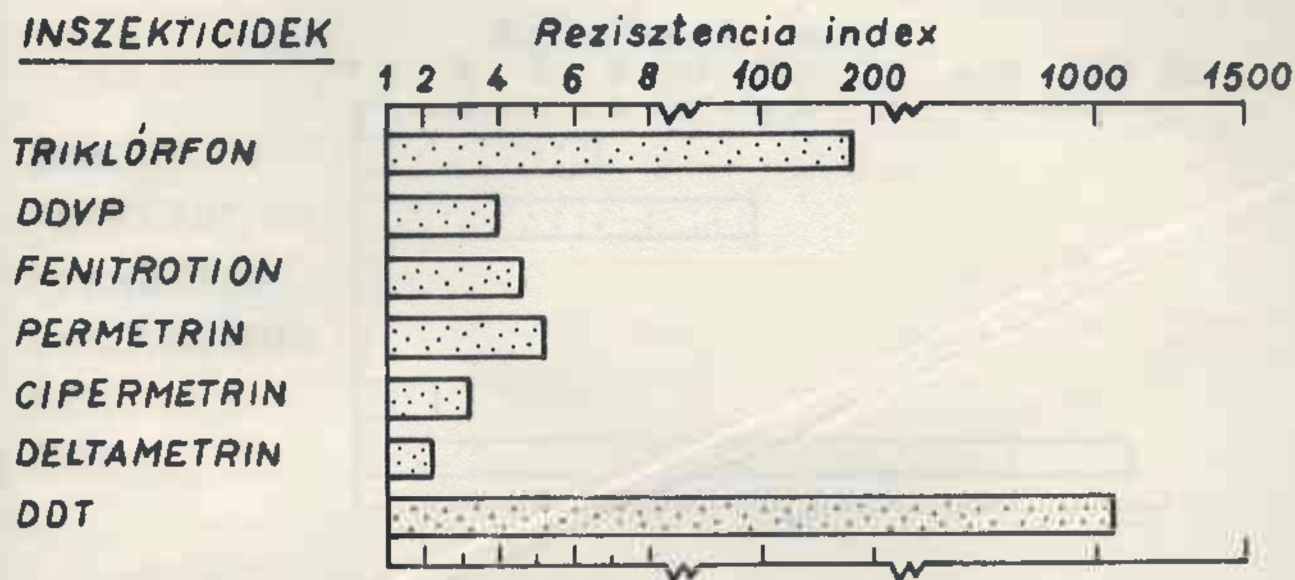
16. ábra A Lövőről származó házilégy populáció rezisztenciájának alakulása a rezisztencia indexek alapján



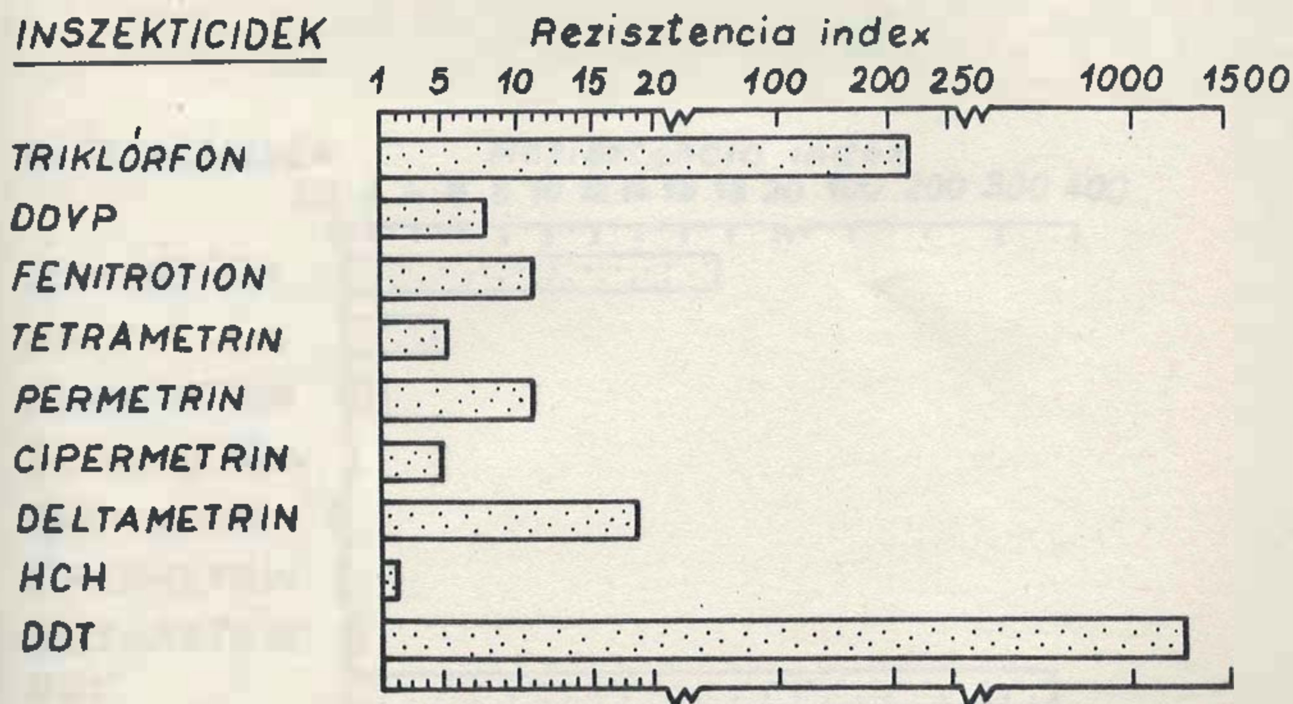
17. ábra A Bábolna I-ről származó házilégy populáció rezisztenciájának alakulása a rezisztencia indexek alapján



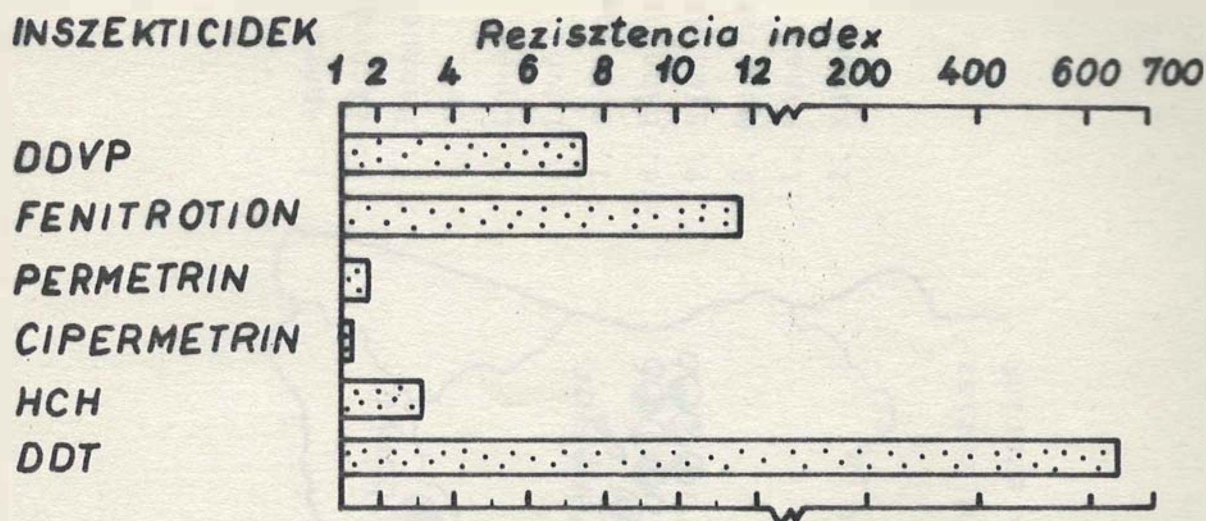
18. ábra A Bábolna II-ről származó házilégy populáció rezisztenciájának alakulása a rezisztencia indexek alapján



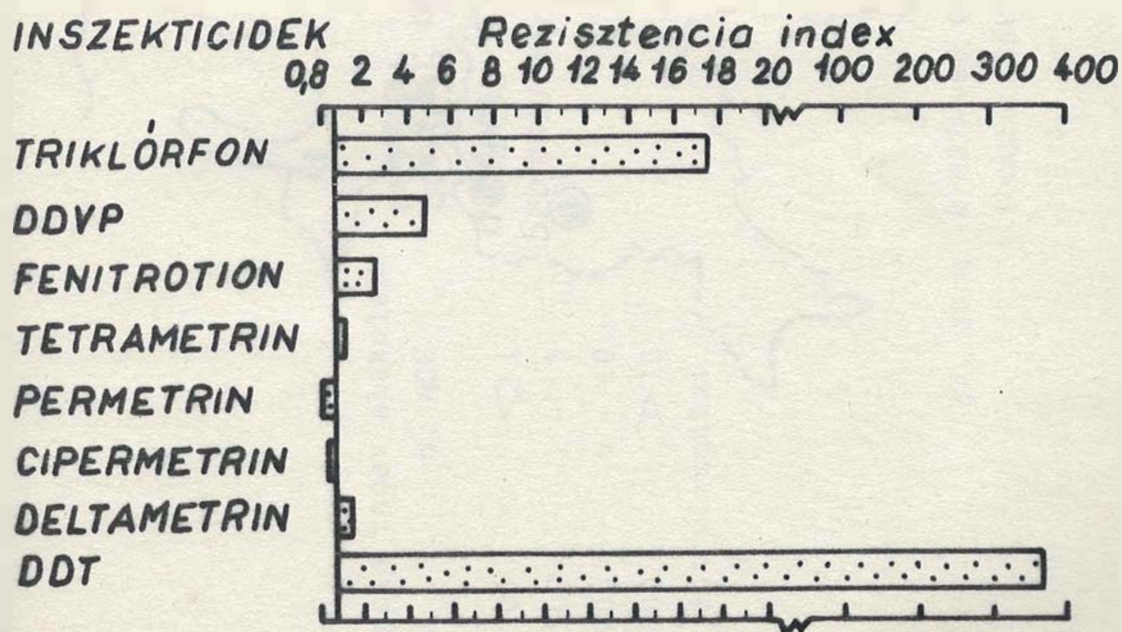
19. ábra A Mezőlakról származó házilégy populáció rezisztenciájának alakulása a rezisztencia indexek alapján



20. ábra A Simaságról származó házilégy populáció rezisztenciájának alakulása a rezisztencia indexek alapján



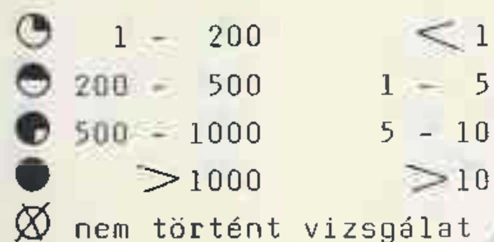
21. ábra A Küngösről származó házilégy populáció rezisztenciájának alakulása a rezisztencia indexek alapján

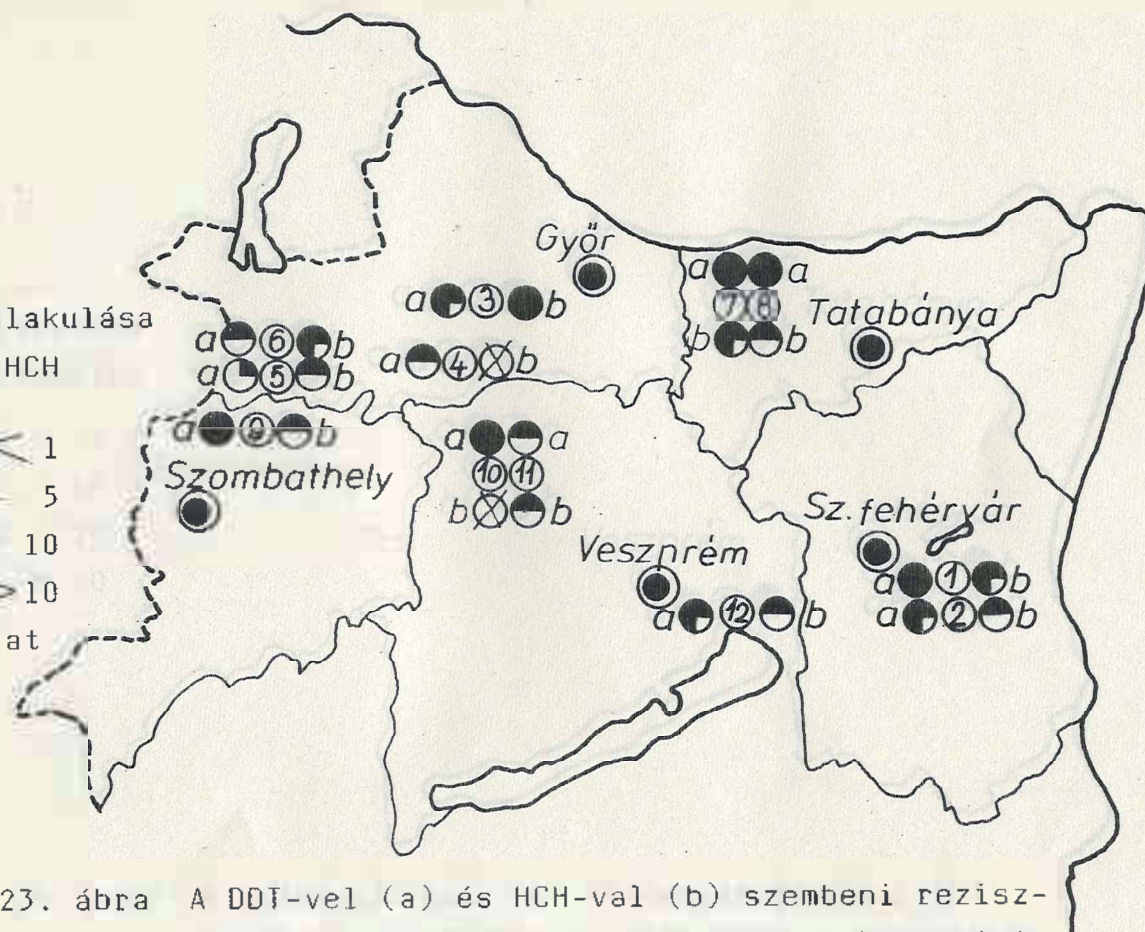


22. ábra A Pápáról származó házilégy populáció rezisztenciájának alakulása a rezisztencia indexek alapján

A rezisztencia index alakulása

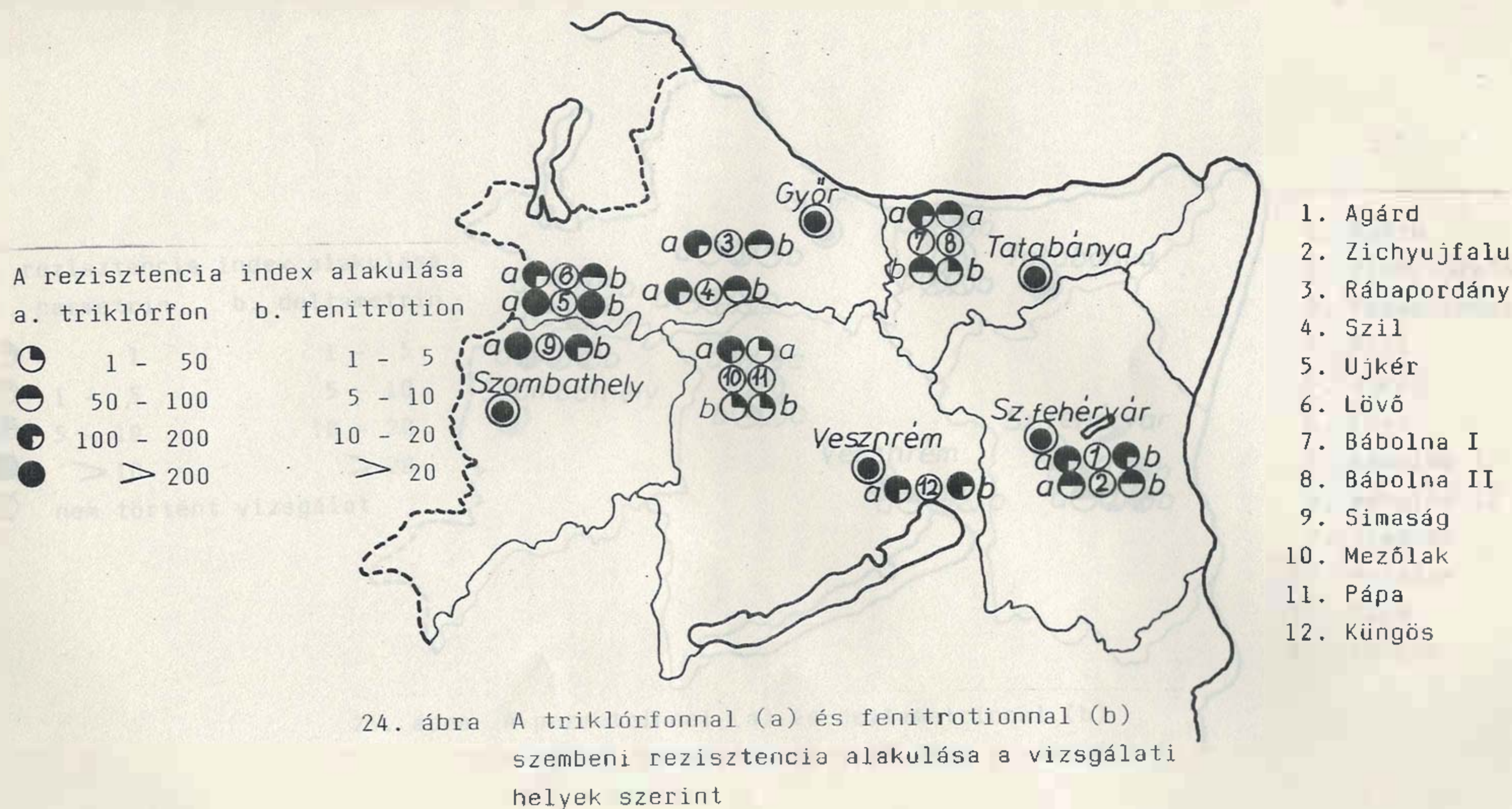
a. DDT b. HCH



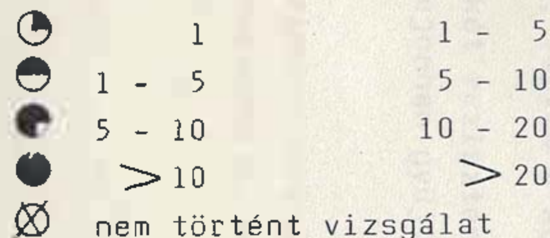


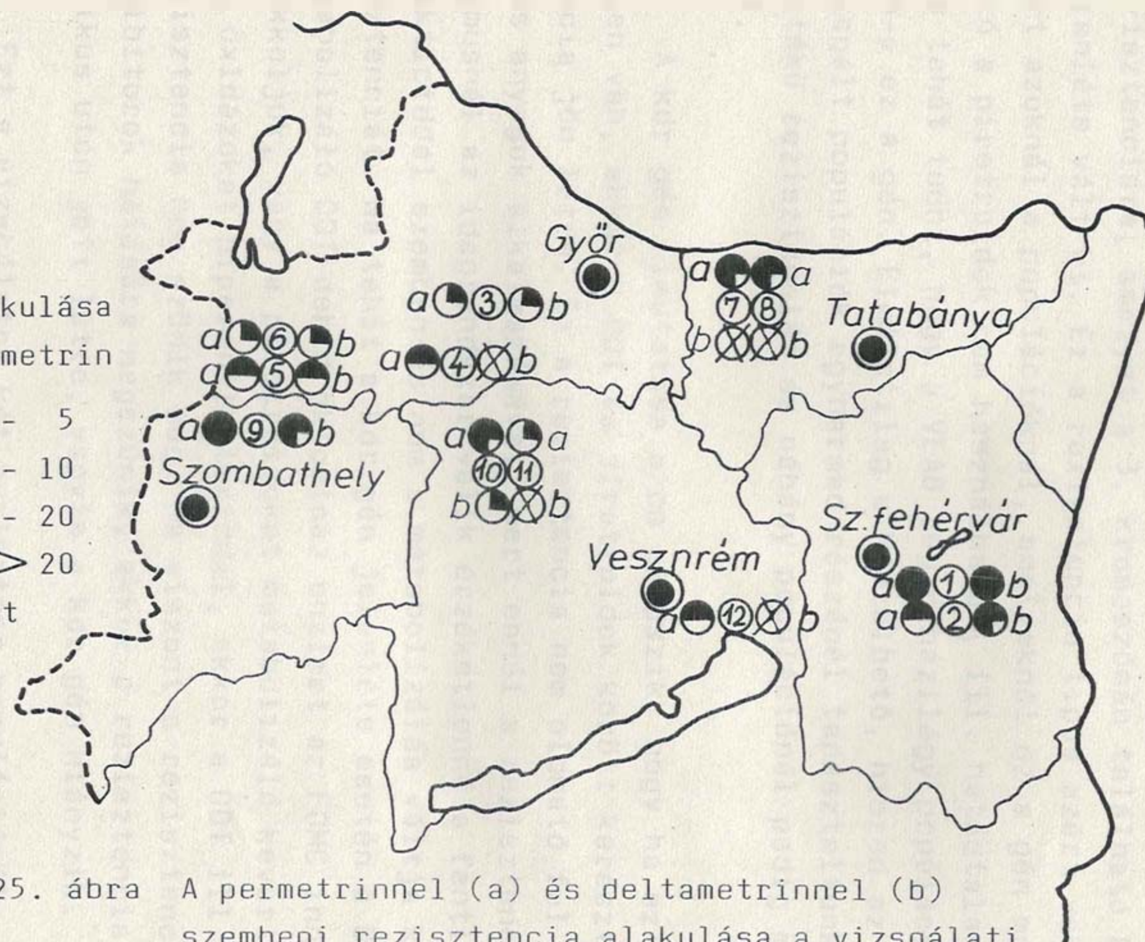
23. ábra A DDT-vel (a) és HCH-val (b) szembeni rezisztencia alakulása a vizsgálati helyek szerint

1. Agárd
2. Zichyujfalu
3. Rábapordány
4. Szil
5. Ujkér
6. Lövő
7. Bábolna I
8. Bábolna II
9. Simaság
10. Mezőlak
11. Pápa
12. Küngös



24. ábra A triklórfonnal (a) és fenitrotionnal (b) szembeni rezisztencia alakulása a vizsgálati helyek szerint





1. Agárd
2. Zichyujfalu
3. Rábapordány
4. Szil
5. Ujkér
6. Lövő
7. Bábolna I
8. Bábolna II
9. Simaság
10. Mezőlak
11. Pápa
12. Küngös

25. ábra A permetrinnel (a) és deltametrinnel (b) szembeni rezisztencia alakulása a vizsgálati helyek szerint

6.3. A kdr rezisztencia gén kimutatása

A 4.1.1. pontban hivatkoztunk az ugynevezett knock-down rezisztenciára, amelyet a 3. kromoszómán található kdr gén jelenléte vált ki. Ez a rezisztencia tipus azért veszélyes, mert azoknál a populációknál, amelyeknél ez a gén megtalálható a piretroidok nem használhatók, ill. hatástalanok. Fontos tehát tudni, hogy a VEAB régió házilégy populációban jelen van-e ez a gén. Elméletileg elképzelbető, hiszen az általunk vizsgált populációk egyharmad részénél tapasztaltunk alacsony mértékü rezisztenciát és néhány populációnál pedig mérsékeltet.

A kdr gén kimutatása azon alapszik, hogy ha ez a gén jelen van, akkor a DDT és piretroidok között keresztrezisztencia jön létre. Ez a rezisztencia nem oldható fel szinergens anyagok alkalmazásával, mert ennél a rezisztencia mechanizmusnál az idegrendszer válik érzéketlenné a fenti két inszekticiddel szemben és nem a metabolizálás váltja ki a rezisztenciát. Ha tehát a kdr gén jelenléte esetén a DDT-t metabolizáló DDT-dehidrokloripáz enzimet az FDMC inhibitorral blokkoljuk, vagy a piretroidokat metabolizáló kevert funkcióju oxidázokat piperonilbutoxiddal, akkor a DDT ill. piretroid rezisztencia nem szünik meg. Ha viszont a rezisztencia a fenti inhibitorok hatására megszünik, akkor a rezisztencia metabolitikus uton jött létre, vagyis a kdr gén hiányzik.

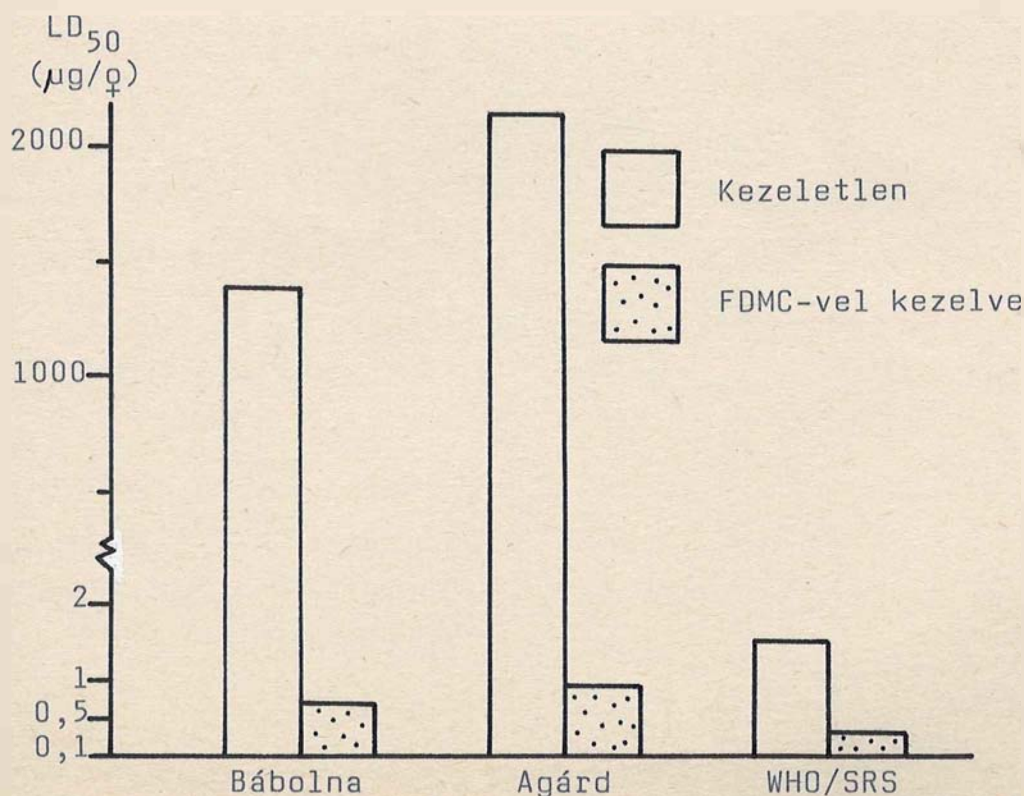
Ezt a vizsgálatot két rezisztens populációnál, az Agárdról származónál és egy ujonnan gyüjtött bábolnai populációnál végeztük el.

A 26. ábra a DDT szinergizálását ábrázolja FDMC felhasználásával. Az ábrából leolvasható, hogy a két nagyon erős DDT

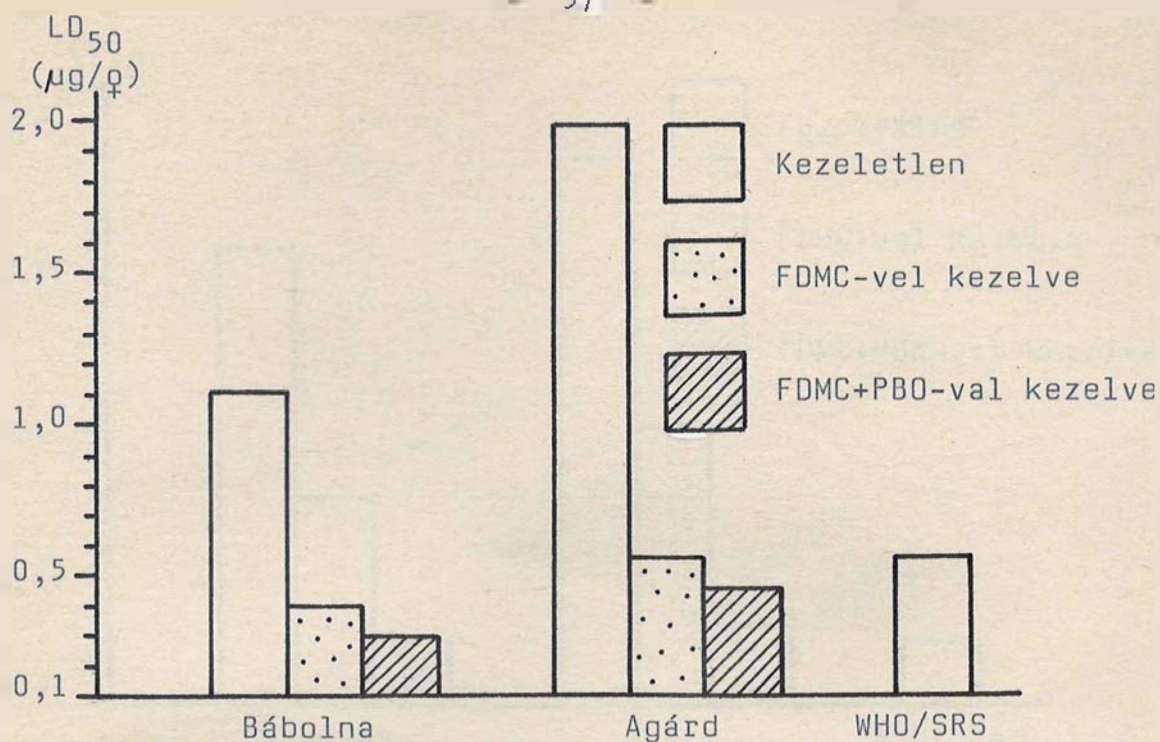
rezisztenciával rendelkező populáció rezisztenciája megszűnt. Ez azt mutatja, hogy itt a DDT rezisztencia kialakulásában a kdr gén nem vett részt.

A vizsgálatot elvégeztük a 4 piretroid hatóanyagnál is (27., 28., 29., 30. ábra). Az ábrákon látható, hogy az FDMC önmagában csak részben szüntette meg a rezisztenciát, de piperonilbutoxiddal együtt alkalmazva a rezisztencia megszűnt. A deltametrin esetében azonban az érzékenység nem csökkent a WHO/SRS referencia törzs szintjére, hanem annál kicsit magasabb maradt.

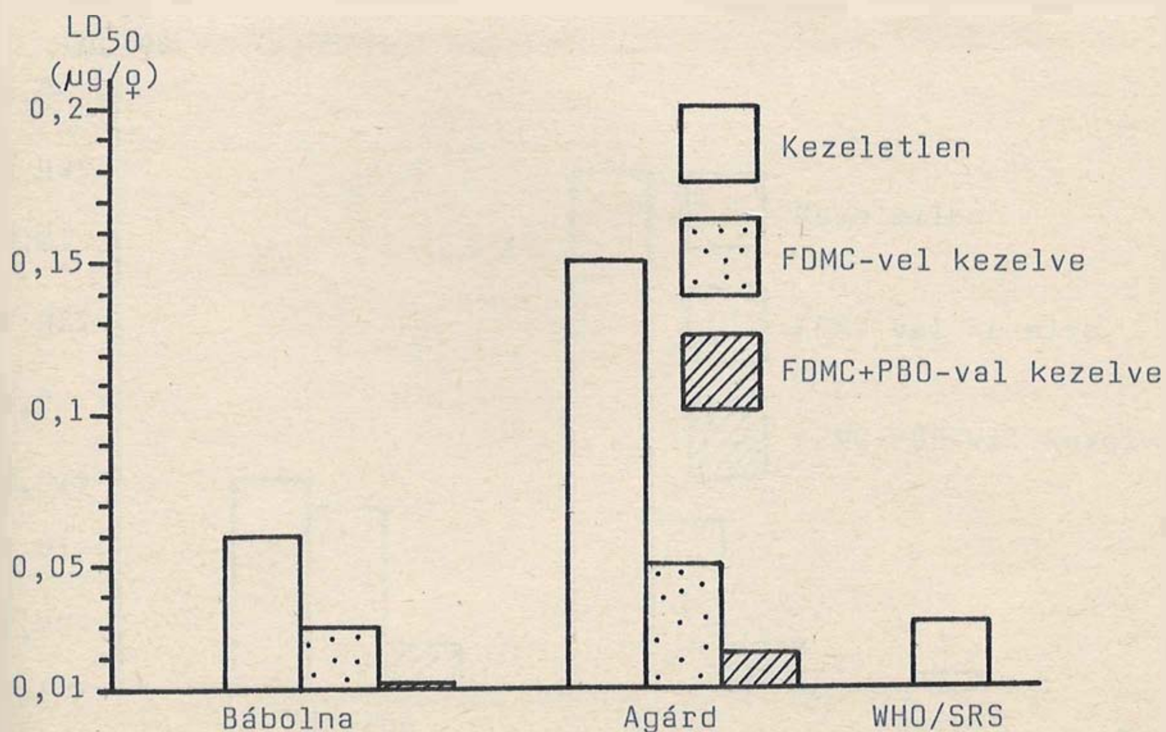
A két populációnál elvégzett kdr gén kimutatási vizsgálat azt bizonyitja, hogy ezeknél a populációknál a DDT és piretroid rezisztencia kialakulásában nem vett részt a kdr gén. Ezt a vizsgálatot még két populációnál szükséges elvégezni, de remélhetőleg ezeknél is csak metabolitikus rezisztencia mechanizmus létezik.



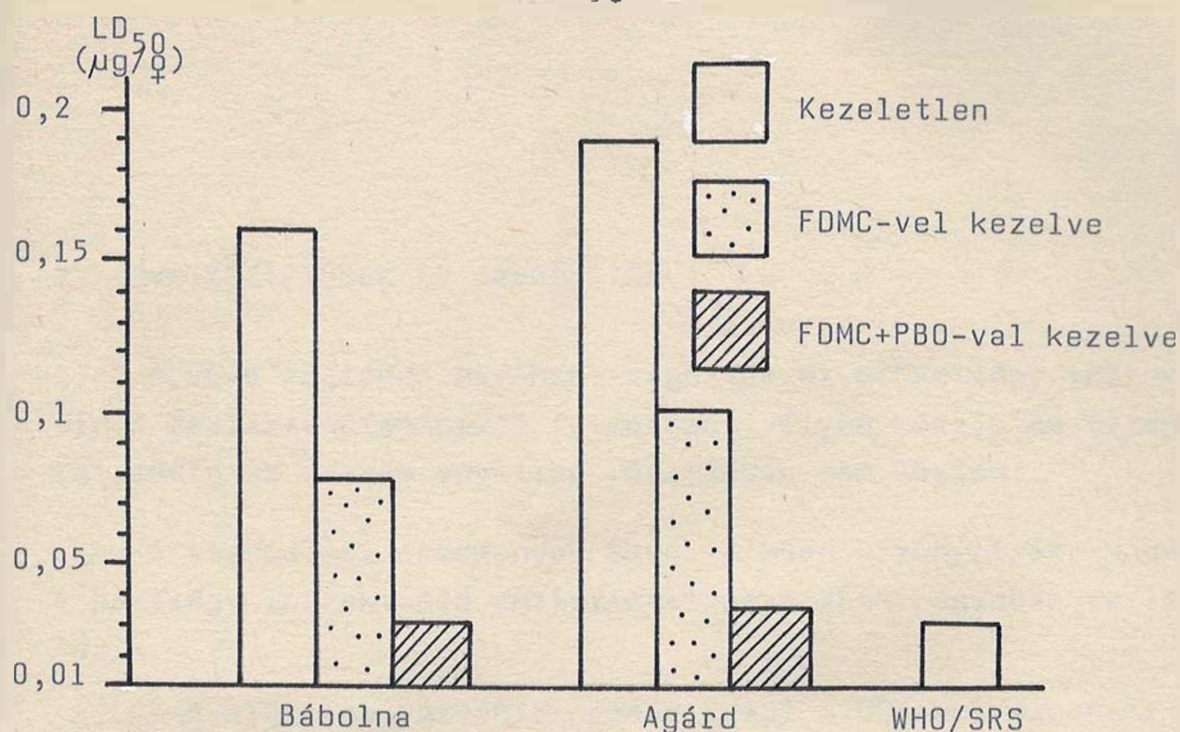
26. ábra A DDT rezisztencia szinergizálása FDMC-vel



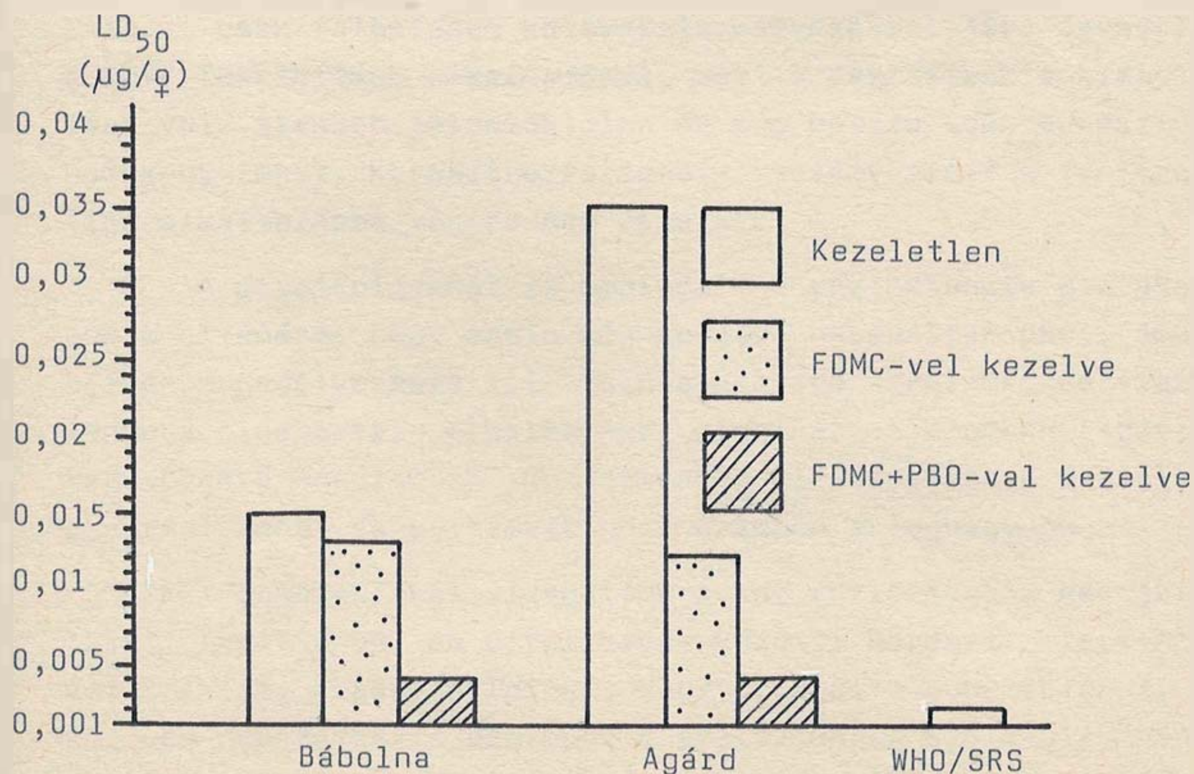
27. ábra A tetrametrin rezisztencia szinergizálása FDMC-vel és PBO-val



28. ábra A cipermetrin rezisztencia szinergizálása FDMC-vel és PBO-val



29. ábra A permetrin rezisztencia szinergizálása FDMC-vel és PBO-val



30. ábra A deltametrin rezisztencia szinergizálása FDMC-vel és PBO-val

7. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A VEAB régióban elsőként végeztük el a házilégy inszekticid rezisztenciájának a felmérését. Ilyen részletes vizsgálat eddig az ország egyetlen régiójában sem történt.

A vizsgálati eredmények egyértelmüen bizonyitják, hogy a házilégy inszekticid rezisztenciája a VEAB régióban is létezik.

- A klórozott szénhidrogének közül a DDT-vel szembeni rezisztencia még mindig igen magas, több esetben még az ezerszeres mértéket is meghaladja. A HCH-val szembeni rezisztencia már nem jelentős.

- A foszforsavészterek közül a triklórfonnal szembeni rezisztencia nagyon magas, általában több százszoros. Ez az anyag gyakorlatilag hatástalan, ezért a felhasználása indokolatlan, csak fölösleges környezetszennyezéssel jár. Javasoljuk a DDVP fokozottabb alkalmazását, mert a rezisztencia kialakulása vele szemben jelentéktelen és még hosszu időn keresztül hatékony lehet. Keresztrezisztencia veszély miatt a fenitrotion alkalmazásba vonása nem célszerü.

- A piretroidoknál is megindult a rezisztencia kialakulása annak ellenére, hogy eddig még keveset használták őket. Amenynyiben engedélyezésre ill. felhasználásra kerülnek, célszerü lenne a cipermetrin alkalmazása, mivel ezzel szemben legérzékenyebbek a populációk. Rezisztencia kialakulásának veszélye a permetrinnel és deltametrinnel szemben a legnagyobb.

- Két populációnál vizsgáltuk a kdr rezisztencia gén jelenlétét, amely a DDT és piretroidok közötti keresztrezisztenciáért felelős. Megállapitottuk, hogy ezeknél a populációknál a kdr gén nem játszott szerepet a rezisztencia kialakulásában.

A vizsgált 12 populáció rezisztencia szintjében lényeges különbségek vannak. Legmagasabb értékeket az Agárdról, Zichyujfaluból, Simaságról, Bábolnáról származó populációknál mértük. Ezeken a helyeken az inszekticidek felhasználásával nagyon óvatosan kell bánni. Különösen a piretroidok felhasználására kell odafigyelni. A többi populációnál a rezisztencia mértéke általában alacsony, ami nem jelenti azt, hogy magasabb rezisztencia nem alakulhat ki, hiszen a rezisztens egyedek megjelenése már megkezdődött.

Vizsgálati eredményeink egyben alapadatoknak, alapszinteknek is tekinthetőek, mivel korábbról ilyen adatokkal nem rendelkezünk. Ezek az adatok lehetővé teszik, hogy a jövőben a rezisztencia kialakulását folyamatosan nyomon kövessük és ha szükséges időben jelezzük a kedvezőtlen változásokat.

8. IRODALOMJEGYZÉK

ABBOTT,W.S. (1925): A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18: 265-267.

ARNOLD,A.J. (1965): A high speed automatic micrometer syringe. J. Sci. Instrum. 42: 350-351.

BOXLER,D.J., CAMPBELL,J.B.(1983): Survey of resistance by house fly, Musca domestica (L.)(Diptera: Muscidae), to Dichlorvos in Nebraska feedlots. Journal of the Kansas Entomological Society 56: 159-163.

BROWN,A.W.A., PAL,R. (1971): Insecticide Resistance in Arthropods. WHO Monographs Series No. 38, Geneva, 491 pp.

CHAPMAN,P.A., LLOYD,C.J. (1981): The spread of resistance among houseflies from farms in the United Kingdom. Proceedings of the 1981 British Crop Protection Conference 2: 625-631.

DAVIES,M., KEIDING,J., von HØFSTEN,C.C. (1958): Resistance to pyrethrins and to pyrethrins - pipronyl butoxide in a wild strain of Musca domestica L. in Sweden. Nature 182: 1816-1817.

DEVRIES,D.H., GEORGHIOU,G.P. (1980): A wide spectrum of resistance to pyrethroid insecticides in Musca domestica. Experientia 36: 226-227.

FINNEY,D.J. (1971): Probit Analysis. Cambridge Univ. Press, 333 pp.

KEIDING,J. (1976): The development of resistance to pyrethroids in field populations of Danish houseflies. Pestic. Sci. 7: 283-291.

KEIDING,J. (1977): Resistance in the housefly in Denmark and elsewhere. In: Watson, D.L.-Brown,A.W.A. (eds) Pesticide Management and Insecticide Resistance. Academic Press, New York, pp. 261-302.

KEIDING,J. (1980): Status of resistance in houseflies (Musca domestica). WHO Expert Committee on Resistance of Vectors and Reservoirs of Diseases, Geneva, pp. 1-12.

RUPES,V., CHMELA,J., LEDVINKA,J., PINTEROVA,J. (1974): Resistance of house fly to trichlorphon. Acta Hygl., Epid., Microbiol. 4: 122-130.

RUPES,V., PINTEROVA,J. (1975): Genetic analysis of resistance to DDT, methoxychlor and fenitrothion in two strains of housefly (Musca domestica). Ent. Exp. App. 18: 480-491.

RUPES,V., PINTEROVA,J., LENDVINKA,J., CHMELA,J., PLACHY,J., HOMOLAC,M., POSPISIL,V. (1983): Insecticide resistance in houseflies (Musca domestica L.) in Czechoslovakia in the period 1976-1980. International Pest Control 25: 106-108.

SACCA,G. (1947): Sull' resistenza di mosche domestiche resistenti al DDT. Riv. Parassit. 8: 127-128.

SAWICKI,R.M. (1973): Recent advances in the study of the genetics of resistance in the housefly, Musca domestica. Pestic. Sci. 4: 501-512.

SCOTT,J.G., GEORGHIOU,G.P. (1985): Rapid development of high-level permethrin resistance in a field- collected strain of the house fly (Diptera: Muscidae) under laboratory selection. J. Econ. Entomol. 78: 316-319.

SHONO,T., MASUHISA,T. (1983): Linkage group analysis of fenitrothion resistance in the housefly, Musca domestica L. (Diptera: Muscidae). Appl. Ent. Zool. 18: (1), 98-105.

SHONO,T. (1985): Pyrethroid resistance: Importance of the kdr-type mechanism. J. Pesticide Sci. 10: 141-146.

SZABÓ,L. (1984): Rovarölőszerekkel szembeni rezisztencia kialakulásának vizsgálata különböző rovarfajoknál. Növényvédelem 20: 202-203.

SZABÓ,L. (1984a): A különböző Arthropoda fajokban kialakuló peszticid rezisztencia helyzete a világban és hazánkban. A Magyar Tudományos Akadémia Veszprémi Akadémiai Bizottságának Értesitője,118-120.

SZTANKAY-GULYÁS,M., ZOLTAI,N. (1963): Házi legyeink DDT rezisztenciájára és a védekezés uj szereire vonatkozó tájékozódó vizsgálatok. Egészségtudomány 7: 118-127.

SZTANKAY-GULYÁS,M., ERŐSS,J. (1970): A házilégy (Musca domestica L.) érintő rovaridegméreg iránti érzékenységének helyzete hazánkban. Magyar Állatorvosok Lapja 25: 357-360.

WHO (1965): WHO Standard Reference Strain of Musca domestica L. (SRS). WHO, Vector Control 113, p. 7.

WIESMANN,R. (1947): Untersuchungen über das physiologische Verhalten von Musca domestica L. verschiedener Provinzen. Schweiz. Ent. Gesell. Mitt. 20: 484-504.